

클린 서구  
행복한 서구  
함께하는 서구

# 화재안전 공장모형 개발

## 최종보고서

2020. 8





## 제 출 문

---

인천광역시 서구청장 귀하

본 보고서를 『화재안전 공장모형 개발』의 최종성과품으로 제출합니다.

2020년 8월

(사)국민성공시대

---

## 참여연구진

연구책임	김병욱 (국민성공시대 연구소장) 전 한국소방방재기술연구원장
공동연구	조택희 (국민성공시대 전무) 전 인천소방본부장
	이승우 (국민성공시대 과장)
	권지혜 (국민성공시대 연구원)
	백인혜 (국민성공시대 연구원)
	박준수 (국민성공시대 연구원)
	신아람 (국민성공시대 연구원)
	김지수 (국민성공시대 연구원)

## - 목 차 -

<b>I. 연구의 개요</b> .....	1
1. 연구의 배경 및 목적 .....	1
2. 연구의 범위 .....	2
3. 연구의 방법 .....	2
<b>II. 공장건축물 화재안전 관련 법제도 현황분석</b> .....	3
1. 공장건축물의 화재안전관련 적용법률 .....	3
2. 공장건축물의 화재안전관련 법.제도 현황 .....	6
3. 건축물의 방화구획 규정 현황 .....	9
4. 국내 건축법 화재안전기준 및 마감재 규정현황 .....	16
5. 화재안전과 분류체계적용기준 .....	23
<b>III. 인천서구공장 화재현장조사 분석</b> .....	25
1. 화재발생대상건물 .....	25
2. 건물현황 .....	26
3. 화재현장 상황 .....	27
4. 초기상황 및 소방 활동 .....	30
5. 화재원인 .....	31
<b>IV. 전국대형화재 및 공장화재발생현황과 특징분석</b> .....	35
1. 주요화재의 개념과 분류 .....	35
2. 대형화재 발생 현황 분석 .....	36
3. 화재 확대 요인별 분석 .....	37
4. 공장화재 발생현황 .....	41

5. 공장화재특성별 원인분석 .....	43
6. 화재의 유형별 확산 양상과 특징 .....	47
7. 대형화재와 공장화재발생의 공통적 원인과 시사점 .....	53
<b>V. 인천광역시 서구 공장밀집지역 화재위험도 분석 .....</b>	<b>54</b>
1. 인천광역시 서구 공장밀집지역 현장조사 및 결과분석 .....	54
2. 공장 내 소방시설 현황분석 .....	64
3. 산업단지별 공장밀집도와 건물배치도 점검결과 .....	71
4. 분석결과 위험도 및 시사점 .....	78
<b>VI. 공장화재 안전관리모델 수립 .....</b>	<b>93</b>
1. 모델설계 및 모형설정 .....	93
2. 공장화재 안전관리 개선방안 .....	95
3. 세부개선내용 .....	96
4. 건축법·수도법 개정의견 .....	105
<b>부록 : 공장화재 예방관리를 위한 매뉴얼 .....</b>	<b>106</b>
<b>참고문헌 .....</b>	<b>110</b>

## - 표 목 차 -

[표 1-1] 공장건축물 특성분석 .....	2
[표 2-1] 건축·주택 관계 법령의 화재안전 관련 규정 종합 .....	4
[표 2-2] 소방 관계 법령에서의 화재안전 관련 규정 .....	5
[표 2-3] 소방 관련 법률의 건축물 화재안전 관련 규정 .....	6
[표 2-4] 「건축법」의 건축물 화재안전 관련 규정 .....	8
[표 2-5] IBC Table 716.6, 2015 방화벽의 방화등급 .....	9
[표 2-6] IBC Table 716.5(1), 2015 방화 개구부, 등급 및 표시 .....	10
[표 2-7] IBC Table 716.5(2), 2015 방화 개구부, 등급 및 표시 .....	11
[표 2-8] 2018 내화구조 부재에 사용되는 개구부 방호의 최소 내화성능 .....	12
[표 2-9] 2018 내화구조 부재에 사용되는 개구부 방호의 최소 내화성능 .....	13
[표 2-10] 일본의 건축기준법에 의한 개구부 연소위험이 있는 방화 규제법령 .....	14
[표 2-11] 독일의 건축자재 화재안전등급(DIN 4102-1) .....	15
[표 2-12] 독일 건물 등급의 분류 .....	15
[표 2-13] 창호 관련 법규 .....	16
[표 2-14] 건축법 제51조(방화지구 안의 건축물) .....	16
[표 2-15] 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제23조 .....	16
[표 2-16] 건축물의 마감재료 .....	17
[표 2-17] 건축물 마감 재료의 난연 성능 .....	18
[표 2-18] 성능기준, 화재확산방지구조 기준(산업표준화법) .....	18
[표 2-19] 건축법 제52조(건축물의 마감재료) .....	19
[표 2-20] 건축법 제52조의2(실내건축) .....	19
[표 2-21] 건축법 시행령 제3조의4(실내건축의 재료 등) .....	20
[표 2-22] 건축법 시행규칙 제26조의5(실내건축의 구조·시공방법 등의 기준) .....	20
[표 2-23] 실내건축 마감재료 사용 기준 .....	20

[표 2-24] 화재안전기준 분류체계 .....	24
[표 3-1] 건물 대상별 현황 .....	26
[표 4-1] 우리나라 주요화재의 구분 .....	35
[표 4-2] 2000년 이후 연도별 대형화재 발생 현황 .....	36
[표 4-3] 대형화재의 건축 및 구조적 문제로 인한 확대 요인 현황 .....	37
[표 4-4] 대형화재의 화재 인지지연으로 인한 문제 발생 현황 .....	38
[표 4-5] 대형화재의 화재 자체 대응 미흡 문제 발생 현황 .....	38
[표 4-6] 대형화재 사례의 소화설비 부재 또는 불량 현황 .....	39
[표 4-7] 대형화재 사례의 소방대응 악조건 사례 현황 .....	39
[표 4-8] 대형화재 사례의 급격한 연소 확대 요인 현황 .....	40
[표 4-9] 2018 전국 공장화재 현황 .....	41
[표 4-10] 2018 인천 공장화재 현황 .....	42
[표 4-11] 2018 인천 서구 공장화재 현황 .....	42
[표 4-12] 특수건물 전체 대비 공장 화재 현황 .....	43
[표 4-13] 공업별 공장 화재 및 피해 현황 .....	44
[표 4-14] 최근 5년간 공장 화재발생 건수 .....	45
[표 4-15] 재료의 연소 확산 속도 .....	50
[표 5-1] 조사 개요 .....	54
[표 5-2] 서구 공장 밀집지역 특징 .....	56
[표 5-3] 산업단지별 실사결과 및 특징-1 .....	57
[표 5-4] 산업단지별 실사결과 및 특징-2 .....	60
[표 5-5] 공장 특징 .....	64
[표 5-6] 소방시설 현황 .....	65
[표 5-7] 지역별 공장 특징 .....	66
[표 5-8] 지역별 소화설비 .....	68
[표 5-9] 지역별 경보설비 .....	69
[표 5-10] 지역별 피난시설 .....	70

[표 5-11] 대지의 공지 기준 .....	79
[표 5-12] 1.0m 높이에서의 온도 분포 .....	84
[표 5-13] 2.0m 높이에서의 온도 분포 .....	85
[표 5-14] 3.0m 높이에서의 온도 분포 .....	85
[표 5-15] 1.0m 높이에서의 온도 분포 .....	87
[표 5-16] 2.0m 높이에서의 온도 분포 .....	87
[표 5-17] 3.0m 높이에서의 온도 분포 .....	88
[표 5-18] 1.0m 높이에서의 온도 분포 .....	89
[표 7-19] 5.0m 높이에서의 온도 분포 .....	89
[표 5-20] 3.0m 높이에서의 온도 분포 .....	89
[표 6-1] 건축물 용도 및 규모에 따른 내부 마감재 실내 건축 기준 .....	98
[표 6-2] 불연·준불연·난연 재료 구분(규칙 제5, 6, 7조) .....	98
[표 6-3] 「소방시설법」상 실내장식물의 방염기준 .....	99

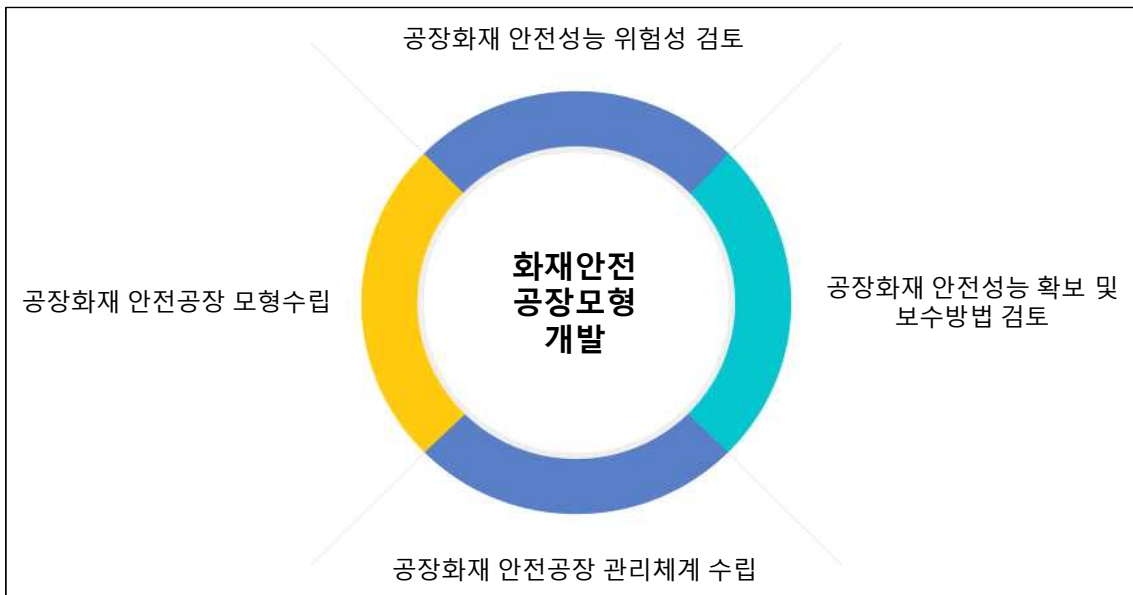
## - 그림 목 차 -

[그림 1-1] 연구목적 .....	1
[그림 2-1] 화재안전기준 체계 분류 .....	23
[그림 3-1] 건물 배치도 .....	25
[그림 3-2] 대한에스피에 사용된 샌드위치 패널 심재인 발포폴리스틸렌 .....	28
[그림 3-3] 샌드위치 패널 화재 위험성 .....	29
[그림 3-4] 발화 장소 평면도 및 입체도(대한SP) .....	30
[그림 3-5] 국립과학수사연구원 감정물 .....	32
[그림 4-1] 공업별 공장 화재 및 피해 현황 .....	44
[그림 4-2] 건축물의 화재 확산 .....	47
[그림 4-3] 화재의 성장 과정 .....	48
[그림 4-4] 연소의 요소 .....	49
[그림 4-5] 연소의 형태 .....	49
[그림 4-6] 실외 화재의 확산 원인 .....	51
[그림 5-1] 서구 공장 밀집지역 조사대상 위치도 .....	55
[그림 5-2] 원창동 ○○○번지 일원 공장 신축공사 건물배치 사례 .....	81
[그림 5-3] 원창동 ○○○번지 일원 공장 신축공사 대지 단면사례도 .....	81
[그림 5-4] 건물의 구조 .....	83
[그림 5-5] 시뮬레이션 모델링 .....	84
[그림 5-6] 화염 성장 형태 .....	86
[그림 5-7] 화염 성장 형태 .....	88
[그림 5-8] 화염 성장 형태 .....	90
[그림 6-1] 공장화재 안전관리 모델설정 .....	95
[그림 6-2] 샌드위치 패널 고정리벳(못) 마감 장면 .....	100
[그림 6-3] 화재차단막 .....	103

# I. 연구의 개요

## 1. 연구의 배경 및 목적

- 최근 잇따르는 공장화재로 인한 인명피해 및 재산피해가 증가하고 있으며, 특히 공단이 밀집되어 있는 인천 서구의 지역특성상 화재위험에 대한 우려와 안전 확보에 대한 요구가 높아지고 있음.
- 대형화재 이후 건축법 및 소방법 등 안전기준의 강화가 이루어지고 있으나, 이러한 강화된 법규는 신축 건축물에만 적용되어, 기존에 사용되고 있는 건축물은 여전히 안전의 사각에 놓여 있는 상황임.
- 공장의 경우, 한번 지어지면 수십 년 동안 별다른 개선이나 대수선 없이 사용되는 특성상, 장기간 사용으로 인한 노후화가 진행되고 있어 소방시설은 물론, 전기, 가스 등 안전관련 성능의 저하도 함께 진행되고 있음.
- 따라서 ① 현재 사용 중인 공장들의 화재안전 성능 개선을 위한 위험성 검토 및 평가 등을 진행하고, 이를 바탕으로 ② 안전성을 확보할 수 있는 보수, 보강방법을 제시, ③ 화재안전 공장모형 및 관리체계 제시에 본 연구의 목적이 있음.



[그림 1-1] 연구목적

## 2. 연구의 범위

- 공간적 범위 : 인천 서구 내 공장건축물(14개 공장밀집지역 선정)
- 시간적 범위 : 2019. 7. 26. ~ 11. 25.(4개월)
- 내용적 범위
  - 공장화재의 위험성 분석
  - 공장 건축물의 화재안전 확보를 위한 요소 도출
  - 화재안전 공장모델 및 화재안전 매뉴얼 제시



## 3. 연구의 방법

### ■ 공장건축물 특성분석

[표 1-1] 공장건축물 특성분석

공장의 화재위험 특성 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공간특성 분석</li> <li>• 사용특성 분석 (작업 및 공정)</li> <li>• 위험물 사용 및 보관 특성 분석</li> </ul>
공장건축물의 화재성능 조사 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실사를 통한 화재안전성능 조사</li> <li>• 인천 서구 내 공장건축물 실사조사(14개 공장밀집지역을 정하여 실사를 통한 위험 파악)</li> <li>• 실사는 법규 만족 여부, 화재성능 미흡 여부, 유지관리 적정 여부 등 조사</li> </ul>
화재안전 확보를 위한 요소 도출	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공장의 화재안전 요소 도출</li> <li>• 소방시설, 건축방화시설</li> <li>• 유지관리에서의 안전성능 개선을 위한 요소 도출</li> </ul>
화재안전 공장모델 제시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 화재안전 공장모델 제시                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공장규모별, 특성별 공장모델 제시 (보수, 보강제안)</li> <li>- 화재안전 매뉴얼 작성 제시</li> </ul> </li> <li>• 화재안전 공장모델의 보급 및 지원 검토</li> </ul>

## II. 공장건축물 화재안전 관련 법제도 현황분석

### 1. 공장건축물의 화재안전관련 적용법률

#### ■ 「건축법」

- 「건축법」에서는 제5장(건축물의 구조 및 재료 등) 제49조부터 제53조까지의 조문에서 복도·계단·출입구, 옥상광장, 방화구획, 경계벽·칸막이벽, 내화구조, 방화벽, 마감재료, 지하층 설치 등 화재안전과 관련한 사항을 규정.
  - 세부적인 사항은 국토교통부령으로 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」과 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」을 운영.
  
- 화재안전 관련 조항의 개정 연혁은 다음과 같음.
  - 1962년 제정된 「건축법」의 제2장 ‘건축물의 대지·구조 및 건축설비’에는 특수건축물의 내화구조(제17조), 특수건축물에 있어서의 피난 및 소화에 관한 기술적 기준(제23조) 등의 조문이 명시되어 있음.
  - 「건축법」에서 피난안전 관련 사항이 현행법의 체계를 갖추게 된 것은 1992년 6월 1일 시행된 「건축법」에서부터였으며, 이때 현행법 제49조(건축물의 피난 시설 및 용도제한 등), 제50조(건축물의 내화구조와 방화벽), 제51조(방화지구안의 건축물), 제52조(건축물의 내부마감재료) 등의 조문으로 정리됨.
  - 「건축법」 제53조(지하층의 설치) 조문은 방공시설 설치 의무화 요구에 따라 1970년에 신설되어 오늘에 이르고 있음(국토교통부, 2018).

#### ■ 「주택법」

- 「주택법」에서는 화재안전과 관련하여 「주택건설기준 등에 관한 규칙」에서 계단·복도 및 출입구 설치, 배기설비, 경계벽 및 칸막이 설치, 승강기, 복합건축물 피난시설, 소방시설 등에 관하여 규정하고 있음(국토교통부, 2018).
  - ※ 다음 [표 2-1]에 1, 2, 3, 4번에 ●로 체크된 것은 건축·주택 관계법령에서 화재안전을 규정하고 있음을 의미.

[표 2-1] 건축·주택 관계 법령의 화재안전 관련 규정 종합

구분		1	2	3	4
건축물의 피난시설 및 용도제한	직통계단설치	●	●		
	피난계단설치(특별피난계단)	●	●		
	옥외피난계단 설치	●			
	지하층과 피난층 사이 개방공간 설치	●			
	관람석 등으로부터 출구 위치	●	●		
	건축물 바깥쪽으로 출구 위치	●	●		
	옥상광장 등의 설치(헬리포트 설치)	●	●		
	대지 안의 피난 및 소화에 필요한 통로 설치	●			
	방화구획 설치	●			
	방화에 장애가 되는 용도 제한	●			
	계단·복도 및 출입구 설치	●	●		●
	거실반자의 설치	●	●		
	거실채광 등	●	●		
	공동주택 및 다중이용시설의 환기설비기준 등			●	
	배연설비			●	
	배기설비				●
	거실 등의 방습	●	●		
	경계벽 및 칸막이벽 설치	●	●		●
	비상용승강기의 승강장 및 승강로의 구조			●	
	승강기 등				●
복합건축물의 피난시설 등		●		●	
건축물의 내화구조와 방화벽	방화구획의 설치	●	●		
	방화에 장애가 되는 용도의 제한	●			
	건축물의 내화구조	●	●		
	방화구조		●		
	대규모 건축물의 방화벽 등	●	●		
방화지구 안의 건축물	●	●			
건축물의 내부마감재료	건축물의 내부마감 재료	●	●		
	난연·불연·준불연재료		●		
지하층	지하층의 구조	●	●		
소방시설					●

1: 건축법, 2: 건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 3: 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 4: 주택건설기준 등에 관한 규칙

자료 : 황은경(2007), “건축물 화재안전 규정 간 문제점 도출에 관한 연구”, 「대한건축학회 논문집」 v.23(12), p.172.

■ 소방 관계 법령

- 2003년 「소방법」이 분법 되어 「소방기본법」과 「소방시설법」 및 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법」, 「소방시설공사업법」 등 4개 법령으로 구분되어 운영되고 있으며, 세부 기준으로는 소방청에서 고시하고 있는 ‘국가화재 안전기준(NFSC)’이 있음.
  - 개별 법령 중에서 건축물 화재안전과 관련된 내용을 살펴보면, 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」에서는 건축허가 등의 동의, 특정 소방대상물, 소방대상물의 방염, 소방시설의 종류, 성능 위주 소방 설계 등에 대해 규정하고 있음.
  - 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법」에서는 다중이용업의 종류와 다중이용업의 실내장식물, 내부구획 마감재료, 피난시설, 방화구획 및 방화시설 설치 기준 등에 대해 규정하고 있음.
  - 소방청에서 고시하고 있는 ‘국가화재 안전기준’에는 피난기구의 화재안전기준, 제연 설비의 화재안전기준 등 관련 기준이 운영되고 있음.

[표 2-2] 소방 관계 법령에서의 화재안전 관련 규정

구분	1	2	3
건축허가 등의 동의	●		
특정소방대상물	●		
소방대상물의 방염	●		
소방시설의 종류(소화설비, 경보설비, 피난설비, 소화용수설비, 소화활동설비)	●		
성능 위주 소방 설계	●		
다중이용업의 실내장식물		●	
다중이용업의 내부구획		●	
다중이용업소 피난시설, 방화구획 및 방화시설 설치기준		●	
피난기구의 화재안전기준(NFSC301)			
제연설비의 화재안전기준(NFSC501)			
특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재 안전기준(NFSC501A)			●
다중이용업소의 소방시설 등의 화재안전기준(NFSC601) 등			

1: 화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률, 2: 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법, 3: NFSC

자료 : 황은경(2007), “건축물 화재안전 규정 간 문제점 도출에 관한 연구”, 「대한건축학회 논문집」 v.23(12). p.172를 보완

## 2. 공장건축물의 화재안전관련 법.제도 현황

- 건축물의 화재안전기준은 소방 관련 법령과 건축 관련 법령으로 나누어서 살펴볼 수 있음.
  - 소방 관련 법령으로는 「소방기본법」, 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」(이하 “「소방시설법」” 이라 함), 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법」(이하 “「다중이용업소법」” 이라 함), 「소방시설공사법」 등이 있음.
    - 행정안전부 고시 ‘국가화재 안전기준(NFSC)’은 소방시설 설치 관련 구체적인 세부 기준을 규정함.
  - 건축 관련 법령으로는 「건축법」 및 「건축법 시행령」, 「건축물의 피난·방화기준 등의 기준에 관한 규칙」, 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 등이 있음.
- 소방 관련 법령은 주로 소방시설 등의 설치·유지 및 안전관리에 대한 내용을 규정함.
  - 「소방시설법」은 건축물에 대한 소방시설 등의 설치·유지 및 소방대상물의 안전관리에 관한 내용들을 총괄적으로 규정함.
  - 「다중이용업소법」은 불특정 다수인이 이용하는 다중이용업소의 화재안전을 위하여 다중이용업소의 안전시설<sup>1)</sup> 등의 설치·유지 및 안전관리와 화재위험평가, 화재배상책임보험에 필요한 사항 등을 규정하고 있음.

[표 2-3] 소방 관련 법률의 건축물 화재안전 관련 규정

구분	조항	내용	세부내용
소방시설법	제8조	주택에 설치하는 소방시설	소화기 및 단독경보형감지기 소화설비: 소화기, 스프링클러, 옥내소화전 등 경보설비: 자동화재 탐지설비 등
	제9조	특정소방대상물 <sup>2)</sup> 에 설치하는 소방시설 유지관리	피난구조설비: 피난기구, 유도 등 등 소화용수설비: 소화수조, 저수조 등 소화활동설비: 제연설비 등
	제9조의3	성능위주설계	소방시설설치 시 용도, 위치, 구조, 수용 인원, 가연물(可燃

1) 다중이용업소의 안전시설 등이란 소방시설, 비상구, 영업장 내부 피난통로, 그 밖의 안전시설을 의미하며, 보다 구체적인 내용은 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행령」 [별표 1]에 규정되어 있음

제2장 공장건축물 화재안전 관련 법제도 현황분석

			物)의 종류 및 양 등을 고려하여 설계
	제10조	피난시설, 방화구획 및 방화시설의 유지.관리	「건축법」 제49조에 따른 피난시설, 방화구획(防火區劃) 및 같은 법 제50조부터 제53조까지의 규정에 따른 방화벽, 내부 마감재료 등에 대한 유지관리 규정
	제11조	소방시설기준 적용의 특례	소방시설 및 특정소방대상물에 대하여 변경된 화재안전기준의 적용과 관련한 규정
	제11조의2	소방기술심의위원회	화재안전기준, 소방시설 설계 및 시공, 감리, 특수설계 및 시공, 하자판단기준 등 심의
	제12조	소방대상물의 방염	방염대상시설 및 실내장식물 등에 대한 방염물품 설치 규정(방염성능기준은 같은 법 시행령 제20조)
	제25조	소방시설 등의 자체점검	특정소방대상물의 관계인 혹은 관리업자 등이 해당 대상물에 설치되어 있는 소방시설 등에 대한 정기적인 자체점검 실시 관련 규정
다중이용업소법	제9조	다중이용업소의 안전관리기준	숙박을 제공하는 다중이용업소 영업장, 밀폐구조 영업장에 대한 간이스프링클러설비 설치, 안전시설 신고규정 소방시설, 비상구, 영업장 내부 피난통로, 창문, 영상음향 차단장치, 보일러실과 영업장 사이의 방화구획 등 규정
	제9조의2	다중이용업소의 비상구 추락방지	비상구에 추락위험표지 등 추락방지 장치 설치
	제10조	다중이용업의 실내장식물	실내장식물 설치 시 불연 또는 준불연재료 설치 등 방염 규정
	제10조의2	영업장의 내부구획	다중이용업소 영업장 내부구획 기준규정
	제11조	피난시설, 방화구획 및 방화시설의 유지.관리	해당 영업장에 설치된 「건축법」 제49조에 따른 피난시설, 방화구획과 같은 법 제50조부터 제53조까지의 규정에 따른

			방화벽, 내부 마감재료 등에 대한 유지관리 규정
	제12조	피난안내도의 비치 또는 피난안내 영상물의 상영	피난안내도 혹은 피난안내 영상물 상영 기준 규정
	제13조	다중이용업주의 안전시설 등에 대한 정기점검	다중이용업주는 정기적으로 안전시설 등을 점검하고 점검 결과서를 1년간 보관해야 함

[표 2-4] 「건축법」의 건축물 화재안전 관련 규정

구분	조항	내용	세부내용
건축법	제49조	건축물의 피난시설 및 용도제한	피난시설 및 방화구획 등을 건축물의 용도 및 규모에 따라 설치
	제50조	건축물의 내화구조 및 방화벽	건축물의 용도 및 규모에 따라 주요 구조부는 내화구조로 하고, 방화벽으로 구획
	제50조의2	고층건축물의 피난 및 안전관리	고층건축물에는 피난안전구역을 설치하거나 대피공간을 확보한 계단을 설치
	제51조	방화지구 안의 건축물	방화지구 안에서는 건축물의 주요 구조부와 외벽을 내화구조로 하여야 함
	제52조	건축물의 마감재료	건축물의 용도 및 규모에 따라 벽, 반자, 지붕 등 내부 마감재료 및 외벽에 사용하는 마감재료는 방화에 지장이 없는 재료로 하여야 함
	제52조의2	실내건축	건축물의 용도 및 규모에 따라 건축물이 실내건축은 방화에 지장이 없는 구조 및 재료로 시공하여야 함
	제52조의3	복합자재의 품질관리	마감재료 중 복합자재를 공급하는 자는 복합자재 품질 관리서를 허가권자에게 제출하여야 함

2) 소방시설을 설치하여야 하는 소방대상물로서 대통령령으로 정하는 것을 말하며, 「소방시설법」 시행령」 [별표 2]에 규정되어 있음

## 3. 건축물의 방화구획 규정 현황

## ■ 미국기준

- 방화구획의 벽에 설치하는 개구부 시스템의 경우, 성능시간을 최소 20분 이상으로 하고 있으며 IBC와 NFPA 및 UL에서는 이를 판정할 수 있는 시험방법과 절차를 제시하고 있음.

[표 2-5] IBC Table 716.6, 2015 방화벽의 방화등급

벽체 종류	벽의 요구 방화등급(시간)	창문의 최소 방화등급(시간)	유리 등급 표시
내벽(interior walls)			
방화벽(Fire walls)	모두	허용 안 됨	W-XXX
방화장벽(Fire barriers)	>1	허용 안 됨	W-XXX
	1	허용 안 됨	W-XXX
위험지역(IBC Code 지정)	1	$\frac{3}{4}$	OH-45 또는 W-60
방화칸막이 (Fire partitions)	1	$\frac{3}{4}$	OH-45 또는 W-60
	0.5	$\frac{1}{3}$	OH-20 또는 W-30
방연벽(Smoke barriers)	1	$\frac{3}{4}$	OH-45 또는 W-60
외벽(Exterior walls)	>1	$1\frac{1}{2}$	OH-90 또는 W-XXX
	1	$\frac{3}{4}$	OH-45 또는 W-60
	0.5	$\frac{1}{3}$	OH-20 또는 W-30
경계벽(Party wall)	모두	허용 안 됨	해당사항 없음

- 특히 IBC는 내화 및 방화성능 외에 차연성능, 방화문 내부에 설치되는 관측패널, 관측창과 방화문을 지지하는 상부·측면 패널과 이에 설치되는 유리에 대한 내용도 규정하고 있으며 방화유리창에 설치되는 유리 크기와 면적을 사양기준으로 제시(한 변의 길이 1.37m, 최대면적 : 0.84m<sup>2</sup>)하여 사용을 규정하고 있으며 내화시험을 통해 정해진 평가기준을 통과한 재료에 한해 사양 기준 이상의 크기와 면적을 갖는 유리의 사용을 허용하고 있으나 방화유리창에 대한 규정일 뿐 일반적인 창호에 대한 규정은 없음.

주) NFPA : National Fire Protection Association(전미(全美) 방화 협회).

UL : Underwriters Laboratory(미국의 보험협회 안전시험소)

IBC : International Biographical Centre(국제인명센터)

[표 2-6] IBC Table 716.5(1), 2015 방화 개구부, 등급 및 표시

구분	벽체 내화 성능 (시간)	방화문 /방화셔 터성능 (시간)	관측패널 면적(m <sup>2</sup> ) <sup>b</sup>		측면·상부 패널성능 (시간)		측면·상부 패널 내 유리성능(시간)	
			일반	유리	방 화	내화	방화	내화
방화벽/ 방화구획벽 (내화성능 1시간 초과)	4	3	-	D-H-W-240	-	4	-	W-240
	3	3 <sup>a</sup>	-	D-H-W-180	-	3	-	W-180
	2	1½	0.065	0.065이하 (D-H-90) 0.065 초과 (D-H-W-90)	-	2	-	W-120
	1½	1½	0.065	0.065 이하 (D-H-90) 0.065 초과 (D-H-W-90)	-	1½	-	W-90
샤프트, 피난구획, 피난통로벽	2	1½	0.065	0.065이하 (D-H-90)0.065 초과(D-H-T 또는 D-H-T-W-90)	-	2	-	W-120
방화벽의 수평출구	4	3	0.065	0.065이하 (D-H-180) 0.065 초과 (D-H-T 또는 D-H-T-W-240)	-	4	-	W-240
	3	3	0.065	0.065이하 (D-H-180) 0.065 초과 (D-H-T 또는 D-H-T-W-180)	-	3	-	W-180
샤프트, 피난 계단, 피난램 프, 내부피난 복도, 내부 피 난램프, 내부 피난 통로, 방화구획(내 화성능 1시 간)으로 구획 된 것	1	1	0.065	0.065 이하 (D-H-90) 0.065 초과 (D-H-T 또는 D-H-T-W-90)	-	1	-	W-60

제2장 공장건축물 화재안전 관련 법제도 현황분석

[표 2-7] IBC Table 716.5(2), 2015 방화 개구부, 등급 및 표시

구분	벽체 내화 성능 (시간)	방화문/ 방화셔터 내화성능 (시간)	관측패널 (Vision Panel) 면적(m <sup>2</sup> )		측면·상부 패널성능 (시간)		측면·상부 패널 내 유리성능(시간)	
			일반	유리	방화	내화	방화	내화
-					방화성능		-	
기타 방화 구획	1	¾	최대 크기 평가	D-H	¾		D-H-OH-45	
복도 방화칸막이 벽	1	⅓ <sup>b</sup>	최대 크기 평가	D-20	¾		D-H-NT-45	
	0.5	⅓ <sup>b</sup>		D-20	⅓		D-H-OH-20	
기타 방화 칸막이벽	1	¾	최대 크기 평가	D-H-45	¾		D-H-45	
	0.5	⅓		D-H-20	⅓		D-H-20	
외벽	3	1½	0.065 <sup>b</sup>	0.065 이하 (D-H-90) 0.065 초과 (D-H-W-90)	-	3	-	W-180
	2	1½	0.065 <sup>b</sup>	0.065 이하 (D-H-90) 0.065 초과 (D-H-W-90)	-	2	-	W-120
	1	¾	최대 크기 평가	D-H-45	¾		D-H-45	
차연 구획벽	4	⅓	최대 크기 평가	D-20	¾		D-H-OH-45	

- a. 내화성능 1.5시간을 확보한 2개 방화문이 방화벽의 동일한 개구부에 서로 반대면으로 설치된 경우 3시간 방화성능인 하나의 방화문으로 간주함.
- b. ASTM E 119에 따라 최대크기로 시험하여 내화성능이 확인된 것.
- c. 건물 전체에 자동식 스프링클러가 설치된 경우와 방화문이 내부 피난 계단·램프·복도에 설치된 경우로 표준화 재곡선으로 30분 가열 시 이면온도가 250 이하인 것은 제외 가능.
- d. NFPA 252 또는 UL 10C에 의한 방화성능
- e. ASTM E 119에 의한 내화성능
- f. 내부 피난복도, 내부 피난램프 및 내부 피난통로에 설치되는 방화문은 표준 화재시간-온도곡선으로 가열 후 30분까지 방화문 이면온도 250 이내로 제한, 단 건물 전체에 자동식 스프링클러 설치 시 이면온도 미제한, 방화문 내 유리창 최대 크기 0.065m<sup>2</sup> 이하, 유리창 크기 0.065m<sup>2</sup>초과 시 방화문에 설치하여 시험평가를 실시하며, 이때 가열 후 30분까지의 이면온도 250로 제한

[표 2-8] 2018 내화구조 부재에 사용되는 개구부 방호의 최소 내화성능

구분	벽 과 구 획 (시 간)	방 화 문 성 능 (시 간)	관측패널 최대크기 (㎡)	관측패널 유리의 화재성능 표시	측면·상부 패널 성능(시간)		측면·상부 패널 내 유리 성능		최소화재 성능 유리의 표시 <sup>a,b</sup> (시간)	
					방화	내화	방화	내화	방화	내화
승강기 승강로	2	1½	0.1m <sup>2c</sup>	D-H-90 or D-H-W-90	허용 안함	2	허용 안함	D-H -W- 120	허용 안함	2
	1	1	0.1m <sup>2f</sup>	D-H-90 or D-H-W-60 ≤0.0645㎡,	허용 안함	1	허용 안함	D-H -W- 60	허용 안함	1
승강기 현관	1	1	0.0645m <sup>2c</sup>	D-H-T-60 or D-H-W-60 >0.0645㎡, D-H-W-60	허용 안함	1	허용 안함	D-H -W- 60	허용 안함	1
수직샤프트 (계단, 비상구, 쓰레기 배송구 포함)	2	1½	최대크기 평가	D-H-90 or D-H-W-90	허용 안함	2	허용 안함	D-H -W- 120	허용 안함	2
	1	1	최대크기 평가	D-H-60 or D-H-W-60	허용 안함	1	허용 안함	D-H -W- 60	허용 안함	1

제2장 공장건축물 화재안전 관련 법제도 현황분석

[표 2-9] 2018 내화구조 부재에 사용되는 개구부 방호의 최소 내화성능

구분	벽과 구획 (시간)	방화문 성능 (시간)	관측 패널 최대 크기 (㎡)	관측패널 유리의 화재성능표시	측면.상부 패널 성능(시간)		측면.상부 패널 내 유리 성능		최소화재 성능 유리의 표시 <sup>a,b</sup> (시간)	
					방화	내화	방화	내화	방화	내화
수직축의 교체패널	½	½	최대 크기 평가	D-20 or D-W-20	⅓	⅓	D-H-20	D-W-20	⅓	⅓
수평피난로	2	1½	최대 크기 평가	D-H-90 or D-H-W-90	허용 안함	2	NP D-H-45	D-H-W-120	허용 안함	2
건물을 잇는 피난다리	2	¾	최대 크기 평가 <sup>d</sup>	D-H-45 or D-H-W-45	¾ <sup>d</sup>	¾ <sup>d</sup>	D-H-W-45	D-H-W-45	¾	¾
피난구에 접하는 복도 <sup>e</sup>	1	⅓	최대 크기 평가	D-20 or D-W-20	¾	¾	D-H-W-20	D-H-W-20	¾	¾
	½	⅓	최대 크기 평가	D-20 or D-W-20	⅓	⅓	D-H-W-20	D-H-W-20	⅓	⅓
차연 장벽 <sup>e</sup>	1	⅓	최대 크기 평가	D-20 or D-W-20	¾	¾	D-H-W-20	D-H-W-20	¾	¾
차연 칸막이 <sup>e,f</sup>	½	½	최대 크기 평가	D-20 or D-W-20	½	½	D-H-W-20	D-H-W-20	½	½

- a. NFPA 251에 대한 내화 등급 유리창은 최대시험크기로 허용되어야 함.
- b. 외부 창문의 화재등급 유리창은 표 8.7.7.2에 따라 표시되어야 함.
- c. 자세한 내용은 ASME A17.1 엘리베이터 안전 코드를 참조.
- d. 개별 노출된 상부의 최대 면적은 0.84㎡이어야 하며, 달리 검사를 하지 않는 한 치수는 1.37㎡을 초과하지 않아야 함.[80:Table 4.4.5 Note b and 80:4.4.5.1]
- e. NFPA 252; UL10B, 방화문 성능 화재 테스트 표준 또는 UL 10C에 따른 문 조립체의 정압 화재 테스트 표준은 필요하지 않음.
- f. 주거용 건축재 및 관리에 대해서는 32.2.3.1 및 33.2.3.1을 참조.

## ■ 일본 기준

- 일본의 경우는 건축기준법에서 화재위험정도에 따라 도시계획에 있어서 화재방화지역, 준방화지역으로 정해져 있으며, 이 지역의 건물에서는 방화 창 사용에 대해 규정하고 있음.
- 화재에 대해 방화지구, 준방화지구에서는 건물 외벽에 옆 동에서 화재에 의한 효과를 줄 수 있는 범위가 정해져 있으며, 1층 3m이하, 2층 이상 5m 이상 거리에 있는 건물로 정해져 있음.
- 일본 「건축기준법」 제64조는 방화지역(또는 준방화지역) 내에 있는 건축물은 연소의 우려가 있는 창호에 대해 차염성능을 요구하고 있으나, 이는 국내의 방화 문, 방화 창호의 내화시험방법과 동일한 것으로 일반적인 창에 대한 규정은 없음.
- 개구부의 연소위험성이 있는 지역에 대하여 차염성능의 창호규제를 실시하고 있으며, 건축물의 특성과 위치에 따라 외벽 개구부에 대한 방화설비 적용 규정이 상이함.

[표 2-10] 일본의 건축기준법에 의한 개구부 연소위험이 있는 방화 규제 법령

대상건축물	대상부위	방화설비의 종류	기준
내화건축물 준내화건축물	외벽의 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분	차염성능을 가진 방화설비	공동주택의 경우 3층 이상 또는 연면적 300㎡ 이상의 건축물은 모두 일정 방화설비를 하여야 함
방화지역 내 또는 준방화지역내의 건축물	외벽의 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분	준차염성능을 가진 방화설비	방화지역 : 3층 이상 또는 연면적 100㎡을 넘는 건축물, 4층 이상 또는 연면적 500㎡ 이상 1,500㎡ 이하의 건축물
도로 인접 건축물	외벽의 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분	준차염성능을 가진 방화설비	도로 중심축에서 1층은 3m 이하, 2층에서는 5m 이하 거리에 있는 건축물
상호 인접 건축물	외벽의 개구부에서 연소의 위험이 있는 부분	준차염성능을 가진 방화설비	2층 이상의 건축물의 경우 상호 외벽 간 1층에서 3m 이하, 2층에서는 5m 이하 거리에 있는 건축물

■ 독일 기준

- 독일은 MBO(Musterbauordnung, 독일 건축규제 기준)에서 26조에 건축자재등급의 정의와 건축자재 및 건축제품에 대한 최소 요구조건이 명시되어 있음.
- 화재안전등급은 불연, 난연, 가연의 3단계로 구분, 등급에 해당하지 않은 자재의 경우는 건축물에 사용할 수 없도록 규정하고 있음.
- 비내력 외벽과 내력외벽의 비내력 부위는 반드시 불연자재로 만들어져야 하지만 창호와 도어, 조인트 마감재, 불연자재 내부에 적용된 단열재는 이에 해당하지 않음.
- 2012년에 개정된 내용으로 창호 관련 자재를 명시적으로 불연자재 적용 제품에서 제외했으나 창호 및 익스테리어 도어는 최소한 난연 등급 자재를 사용해야 하며, 이를 증명해야 한다고 규정하고 있음.
- 독일은 건축자재의 화재등급을 크게 A등급, B등급으로 구분하고, 이를 5가지 등급으로 세분화하여 화재안전성을 평가하고 있음.

[표 2-11] 독일의 건축자재 화재안전등급(DIN 4102-1)

등급분류	내용	비교
A1, A2	Nichtbrennbare (Non-Combustible)	불연 /준불연
B1	Brennbare (Combustible)	난연
B2	Normalentflammbare (Flammable)	방염
B3	Leichtentflammbare (Easily Flammable)	가연

※ B3 등급은 건축물에 사용이 불가한 등급 외 판정임

- 독일에서 건축물에 적용되는 창호의 최소 요구조건에 대해 건물은 총 5등급과 학교, 병원 등의 특수 건물로 분류되고 있고, 창호에 적용되는 화재 안전기준의 요구조건은 이러한 건물 등급에 따라 달라짐.
- 그러나 건물등급에 상관없이 최소한 난연성 자재가 사용되어야 한다는 내용에는 변함이 없음.

[표 2-12] 독일 건물 등급의 분류

GK1	GK2	GK3	GK4	GK5
독립적으로 서있는 건물 높이 7m 이하 면적 800 m <sup>2</sup> 이하	일반 건물 높이 7m 이하	GK1/2 가 아닌 건물 높이 7m 이하	일반 건물 높이 13m 이하 면적 400 m <sup>2</sup> 이하	GK1~4 에 해당하지 않는 건물

- 파사드의 경우 “비내력 외벽”으로 분류되기 때문에 GK4 등급부터는 불연성 자재 사용이 요구되나 창호나 창호 마감자재의 경우는 이에 해당하지 않으므로 난연성 자재 기준에만 맞으면 사용 가능함.

#### 4. 국내 건축법 화재안전기준 및 마감재 규정현황

- 현행 건축법 체계에서 화재안전과 관련한 기준은 「건축법」 제51조 방화지구안의 건축물 규정과 「건축법 시행령」 제23조 방화지구안의 지붕·방화물 및 지역 규정 그리고 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제5·6·7·24조에 규정되어 있음.

[표 2-13] 창호 관련 법규

관련법규
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 「건축법」 제51조(방화지구 안의 건축물)</li> <li>• 「건축법」 제52조(건축물의 마감재료)</li> <li>• 「건축법」 제52조의 2(실내건축)</li> </ul>

[표 2-14] 건축법 제51조(방화지구 안의 건축물)

건축법 [시행 2018. 10. 18.][법률 제15594호, 2018. 4. 17., 일부개정] 제51조
제51조(방화지구 안의 건축물)
① 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제37조제1항제3호에 따른 방화지구(이하 “방화지구”라 한다) 안에서는 건축물의 주요구조부와 외벽을 내화구조로 하여야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 경우에는 그러하지 아니하다. <개정 2014. 1. 14., 2017. 4. 18.>
② 방화지구 안의 공작물로서 간판, 광고탑, 그 밖에 대통령령으로 정하는 공작물 중 건축물의 지붕 위에 설치하는 공작물이나 높이 3미터 이상의 공작물은 주요부를 불연(不燃)재료로 하여야 한다.
③ 방화지구 안의 지붕·방화문 및 인접 대지 경계선에 접하는 외벽은 국토교통부령으로 정하는 구조 및 재료로 하여야 한다. <개정 2013. 3. 23>

[표 2-15] 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제23조

건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 [시행 2017. 7. 26.] [국토교통부령 제 443호, 2017. 7. 26., 타법개정] 제23조
제23조(방화지구안의 지붕·방화문 및 외벽 등)
① 법 제 51조제3항에 따라 방화지구 내 건축물의 지붕으로서 내화구조가 아닌 것은 불연재료로 하여야 한다. <개정 2005. 7. 22., 2010. 12. 30., 2015. 7. 9>
② 법 제51조제3항에 따라 방화지구 내 건축물의 인접대지경계선에 접하는 외벽에 설치하는 창문등으로서 제22조제2항에 따른 연소할 우려가 있는 부분에는 다음 각 호의 방화문 기타 방화설비를 하여야 한다. <개정 2005. 7. 22., 2010. 4. 7., 2010. 12. 30.>
1. 제26조에 따른 갑종방화문
2. 소방법령이 정하는 기준에 적합하게 창문등에 설치하는 드렌처
3. 당해 창문등과 연소할 우려가 있는 다른 건축물의 부분을 차단하는 내화구조나 불연재료로 된 벽·담장 기타 이와 유사한 방화설비
4. 환기구멍에 설치하는 불연재료로 된 방화커버 또는 그물눈이 2밀리미터 이하인 금속망

■ 건축물의 마감재료

- 건축물의 마감 재료는 「건축법」 제52조 및 「건축법 시행령」 제61조에서 규정하고 있으며, 「건축물의 피난방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에서 불연재료, 준불연재료, 난연재료로 구분하여 그 기준을 정하고 있음.
- 최근 건축물의 동향을 보면 고층화·심층화·대형화되면서 내장재 또한 다양화되고 있으며, 고분자 제품을 사용하여 화재발생시 인명피해 또한 크게 발생하고 있음. 화재 시 인명 피해는 대부분 연기에 의해 발생되고 있으며 그 많은 부분이 내장재에 영향을 받고 있음.

[표 2-16] 건축물의 마감재료

건축물 마감재료 관련 법규
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 「건축법」 제52조(건축물의 마감재료) 제1항</li> <li>• 「건축법 시행령」 제61조(건축물의 마감재료) 제1항</li> <li>• 「건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제5조(난연재료)</li> <li>• 「건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제6조(불연재료)</li> <li>• 「건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제7조(준불연재료)</li> <li>• 「건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제24조(건축물의 마감재료)</li> <li>• 「건축법 시행규칙 제26조의5」 (실내건축의 구조·시공방법 등의 기준)</li> </ul>

- 건축법 제52조는 건축물 내에서 화재가 수평 확산될 가능성을 최소화하기 위해 건축물 내부 마감 재료를 방화에 지장이 없도록 규제하는 것으로 내부 마감 재료의 화재안전성능을 내부마감재의 종류에 따라 불연, 준불연, 난연으로 나누어 기준 설정하고 있음.
- 내부 마감 재료란 건축물 내부의 천장, 반자, 벽, 기둥 등에 부착되는 마감 재료로 창호는 규제 대상이 아님.
- 건축물의 마감 재료에서의 외벽은 창호를 포함시키지 않으며, 고층건축물에 사용되는 커튼월 구조의 경우에는 외벽에 포함시키고 있으며 준불연재 이상을 사용하도록 규정하고 있음.

[표 2-17] 건축물 마감 재료의 난연 성능

재료구분		재료기준
불연재료	시방 기준	콘크리트, 석재, 벽돌, 기와, 철강, 알루미늄, 유리, 시멘트모르타르 및 회(건설기술 진흥법 제44조 제1항 제2호 건축공사 표준시방서에서 정하는 두께 이상)
	성능 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한국 산업규격에 의한 시험결과 불연재료 성능기준을 충족하는 것</li> <li>• 국토교통부 장관이 인정하는 재료(산업표준화법)</li> </ul>
준불연재료		국토교통부 장관이 인정하는 재료(가스유해성 및 열 방출량 등이 준불연재료 성능 이상)
난연재료		국토교통부 장관이 인정하는 재료(가스유해성 및 열 방출량 등이 난연재료 성능 이상)

[표 2-18] 성능기준, 화재확산방지구조 기준(산업표준화법)

재료 구분	적용 시험방법	시험기준	평가방법
불연 재료	KS F ISO 1182 불연성 시험	가열온도(750±5℃)에서 20분 안정 3회 실시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최종평형온도 : 20K 이하 상승(20분 동안 평형온도가 최종평형온도에 도달하지 않으면 최종 1분간 평균온도)</li> <li>• 질량감소율 : 30%이하</li> </ul>
	KS F 2271 연소유해성시험	가열시간 6분 2회 실시	취 행동정지시간 : 9분 이상
준 불연 재료	KS F ISO 5660-1 연소성능시험 (콘칼로리미터 시험)	가열강도 : 50kW/m <sup>2</sup> 에서 10분 가열 3회 실시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 총방출열량 : 8MJ/m<sup>2</sup>이하</li> <li>• 최대열방출률 : 10초 이상 연속으로 200kW/m<sup>2</sup>이하</li> <li>• 방화상 유해한 균열, 구멍, 용융 등이 없을 것</li> </ul>
	KS F 2271 연소유해성시험	가열시간 6분	불연재료와 동일
난연 재료	KS F ISO 5660-1 연소성능시험	가열강도 : 50kW/m <sup>2</sup> 에서 5분 가열 3회 실시	준불연재료와 동일
	KS F 2271 연소유해성시험	가열시간 6분	불연재료와 동일
	KS F 2257-1 가열시험	가열시간 15분	차염성 창열성 : 이면온도 120K 이상 상승하지 않는 재료

[표 2-19] 건축법 제52조(건축물의 마감재료)

건축법 [시행 2018. 10. 18.][법률 제15594호, 2018. 4. 17., 일부개정] 제52조
제52조(건축물의 마감재료)
① 대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물의 벽, 반자, 지붕(반자가 없는 경우에 한정한다) 등 내부의 마감재료는 방화에 지장이 없는 재료로 하되, 「실내공기질 관리법」 제5조 및 제6조에 따른 실내공기질 유지기준 및 권고기준을 고려하고 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 국토교통부령으로 정하는 기준에 따른 것이어야 한다. <개정 2009. 12. 29., 2013. 3. 23., 2015. 1. 6., 2015. 12. 22.>
② 대통령령으로 정하는 건축물의 외벽에 사용하는 마감재료는 방화에 지장이 없는 재료로 하여야 한다. 이 경우 마감재료의 기준은 국토교통부령으로 정한다. <신설 2009. 12. 29., 2013. 3. 23.>
③ 욕실, 화장실, 목욕장 등의 바닥 마감재료는 미끄럼을 방지할 수 있도록 국토교통부령으로 정하는 기준에 적합하여야 한다. <신설 2013. 7. 16>
[제목개정 2009. 12. 29.]

■ 실내건축 마감재료 기준

- 건축법 제52조의2는 화재발생시 거주자의 원활한 피난을 도모하여 사용자의 안전에 문제가 없는 실내 건축에 관한 규제하고 있고, 시행규칙 제26조의5 제1항 제5호는 창호가 방화에 지장이 없고 구조적으로 안전할 것을 규정하고 있음.
- 현재 상위법령이 건축법에 실내건축에 사용되는 창호에 대한 화재안전성능에 대한 위임규정이 없어 현재 기준이 없는 상황이며, 창틀의 재질과 건축물 화재 발생시 거주자의 원활한 피난의 관계를 국내·외 화재사례 분석, 과학적인 검증 등이 선행되고, 필요시 건축법 제52조의2의 개정을 통해 실내건축 전반에 대한 화재안전성능 위임조항 신설이 필요함.

[표 2-20] 건축법 제52조의2(실내건축)

건축법 [시행 2018. 10. 18.][법률 제15594호, 2018. 4. 17., 일부개정] 제52조의2
제52조의2(실내건축)
① 대통령령으로 정하는 용도 및 규모에 해당하는 건축물의 실내건축은 방화에 지장이 없고 사용자의 안전에 문제가 없는 구조 및 재료로 시공하여야 한다.
② 실내건축의 구조·시공방법 등에 관한 기준은 국토교통부령으로 정한다.
③ 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장은 제1항 및 제2항에 따라 실내건축이 적정하게 설치 및 시공되었는지를 검사하여야 한다. 이 경우 검사하는 대상 건축물과 주기(週期)는 건축조례로 정한다.
[본조신설 2014. 5. 28.]

[표 2-21] 건축법 시행령 제3조의4(실내건축의 재료 등)

<b>건축법 시행령 [시행 2019. 3. 5][대통령령 제29136호, 2018. 9. 4. 일부개정] 제3조의4</b>
제3조의4(실내건축의 재료 등 ) 법 제2조제1항 제20호에서 “벽지, 천장재, 바닥재, 유리 등 대통령령으로 정하는 재료 또는 장식물”이란 다음 각 호의 재료를 말한다. 1. 벽, 천장, 바닥 및 반자틀의 재료 2. 실내에 설치하는 난간, 창호 및 출입문의 재료 3. 실내에 설치하는 전기.가스.급수(給水), 배수(排水).환기시설의 재료 4. 실내에 설치하는 충돌.끼임 등 사용자의 안전사고 방지를 위한 시설의 재료 [본조신설 2014. 11. 28.] [종전 제3조의4는 제3조의5로 이동 <2014. 11. 28.>]

[표 2-22] 건축법 시행규칙 제26조의5(실내건축의 구조.시공방법 등의 기준)

<b>건축법 시행규칙 [시행 2018. 6. 15.][국토교통부령 제524호, 2018. 6. 15. 일부개정] 제26조의 5</b>
제26조의5(실내건축의 구조.시공방법 등의 기준) ① 법 제52조의2제2항에 따른 실내건축의 구조.시공방법 등은 다음 각 호의 기준에 따른다. <개정 2015. 1. 29.> 1. 실내에 설치하는 칸막이는 피난에 지장이 없고, 구조적으로 안전할 것 2. 실내에 설치하는 벽, 천장, 바닥 및 반자틀(노출된 경우에 한정한다)은 방화에 지장이 없는 재료를 사용할 것 3. 바닥 마감 재료는 미끄럼을 방지할 수 있는 재료를 사용할 것 4. 실내에 설치하는 난간, 창호 및 출입문은 방화에 지장이 없고, 구조적으로 안전할 것 5. 실내에 설치하는 전기.가스.급수(給水).배수(排水).환기시설은 누수.누전 등 안전사고가 없는 재료를 사용하고, 구조적으로 안전할 것 6. 실내의 돌출부 등에는 충돌, 끼임 등 안전사고를 방지할 수 있는 완충 재료를 사용할 것 ② 제1항에 따른 실내건축의 구조·시공방법 등에 관한 세부 사항은 국토교통부장관이 정하여 고시한다. [본조신설 2014. 11. 28.]

[표 2-23] 실내건축 마감재료 사용 기준

건축물의 용도	거실바닥면적 합계(자동식 소화설비를 설치한 부분의 바닥면적을 뺀 면적)	마감재료	
		거실의(반자틀림대, 창대 등 제외)벽 및 반자	복도, 계단, 통로의 벽 및 반자
① 문화 및 집회시설(예식장은 제외한다), 종교시설, 판매시설, 운수 시설 및 위락 시설(단란주점 및 주점영업은 제외한다).	200㎡이상 (주요구조부가 내화구조 또는 불연재료일 때는 400㎡이상)	불연재료, 준불연재료 난연재료	불연재료, 준불연재료

제2장 공장건축물 화재안전 관련 법제도 현황분석

<p>② 단독주택 중 다중주택.다가구주택, 공동주택, 제2종 근린생활 시설 중 학원.독서실.고시원, 숙박시설(여관 및 여인숙은 제외한다), 의료시설, 교육연구시설 중 학원, 노유자시설 중 이동관련시설.노인복지 시설, 수련시설 중 유스호스텔업무시설 중 오피스텔, 장례식장</p>	<p>3층 이상 층으로서 200㎡이상으로서 (주요구조부가 내화구조 또는 불연재료일 때는 400㎡이상)</p>		
<p>③ 위험물저장 및 처리시설(자가 난방과 자가발전 등의 용도로 쓰는 시설을 포함), 자동차 관련시설, 방송통신시설 중 방송국.촬영소 또는 발전시설</p>	<p>바닥면적과 관계없이 작용</p>		
<p>④ 공장의 용도에 사용되는 건축물 다만, 건축물이 1층 이하이고, 연면적 1,000㎡ 미만으로서 다음 요건을 모두 갖춘 경우를 제외한다. 가. 국토해양부령으로 정하는 화재위험이 적은 공장 나. 화재 시 대피가 가능한 국토해양부령으로 정하는 출구를 갖춘 것 다. 국토해양부령으로 정하는 성능을 갖춘 복합자재[불연성인 재료와 불연성이 아닌 재료가 복합된 자재로서 양면철판과 심재로 구성된 것을 말한다]를 내부마감재료</p>	<p>바닥면적과 관계없이 작용</p>	<p>불연재료, 준불연재료, 난연재료</p>	<p>불연재료, 준불연재료, 난연재료</p>
<p>⑤ 5층 이상 건축물</p>	<p>층수 5층 이상 층으로서 500㎡이상</p>		
<p>⑥ 제2종 근린생활시설(공연장, 단란주점, 당구장, 노래연습장), 문화 및 집회시설(예식장), 교육연구시설 중 초등학교, 수련시설, 숙박시설(여관.여인숙) 위락시설(단란주점, 주점영업) 「소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률시행령」 규정에 따른 다중이용업(유흥주점 영업을 제외)의 용도에 쓰이는 건축물 ⑦ 위①,②,③의 용도에 쓰이는 거실을 지하층 또는 지하의 공작물에 설치한 경우 - 위 ⑥의 용도에 쓰이는 건축물의 거실</p>	<p>바닥면적과 관계없이 작용</p>	<p>불연재료, 준불연재료</p>	<p>불연재료, 준불연재료</p>

## ■ 시사점

- 미국의 IBC는 건축물간 이격 거리에 따라 창호의 내화성능, 창호의 수 등을 규제하나, 다른 대체 수단을 선택하면 면제 가능하나 스프링클러 설치 여부, 가연성 외장재 사용여부 등에 따라 창틀의 규제 여부가 판단된다는 점에서 창호의 재질이 아닌 인접건물로의 연소 확대에 초점이 맞춰져 있음.
- 일본의 건축기준법은 목조주택이 많은 특수성을 반영한 결과이며, 방화지역이라는 제한적인 지역 내에서의 규제로 우리나라의 방화지구 내 건축물 외벽에서의 규정과 유사하여 방화창에 대한 기준만 제시하고 있을 뿐 일반 창호에 대한 기준은 없는 실정임.
- 독일의 A1, A2, B1 등급은 「건축법」상 불연, 준불연, 난연등급과 B2등급은 「소방법」상 방염등급과 유사하고, 외벽마감재와 창호에 대한 화재안전성능등급을 구분함.
- 미국, 일본, 독일의 사례를 바탕으로 살펴보았을 때 국가별 건축물의 특성이 상이하고 국내에도 방화지구의 경우 개구부 방화설비로 교체하고 있어 일반창호에 대한 화재안전기준은 독일에서 시행하고 있는 방염 수준의 화재안전기준이 유일한 것으로 판단됨.

5. 화재안전과 분류체계적용기준

- 화재안전기준을 기본사항과 세부적 기술사항을 분류함에 있어 기본사항에 포함하는 사항은 주로 행위규제 등 안전 확보에 필요한 최소한의 기능을 정하는 기준으로 기술이나 환경이 바뀌어도 반드시 유지가 될 필요가 있는 사항, 예를 들어 “설치대상” “설치장소”, 기본 성능에 관한 기준을 포함하도록 구분하고, 세부적 기술사항에 포함하는 사항은 성능기준을 만족하는 구체적인 방법·수단·사양 등을 정하는 기준으로 기술이나 환경의 변화에 따라 바뀔 수 있는 것을 세부적 기술사항에 포함함.
- 현재의 화재안전기준은 총 35개 고시 458개 조항으로 구성되어 있으며 이를 기본사항과 세부사항으로 분류한 결과 고시화 할 기본사항은 7개 고시 45장 329개 조항으로 분류되었고, 세부적 기술사항인 상세기준은 7개 상세기준, 45장 312개 조항으로 구분됨.



[그림 2-1] 화재안전기준 체계 분류

[표 2-24] 화재안전기준 분류체계

설비구분(대분류)	국가화재 안전기준 - 고시
	7개 고시
1. 제1소화설비	○ 제1소화설비의 화재안전기준
	1. 옥내소화전설비의 화재안전기준 (NFSC 102)
	2. 옥외소화전설비의 화재안전기준 (NFSC 109)
	3. 스프링클러설비의 화재안전기준 (NFSC 103)
	4. 간이 스프링클러설비의 화재안전기준 (NFSC 103A)
	5. 화재조기진압용 스프링클러설비의 화재안전기준 (NFSC 103B)
	6. 물 분무 소화설비의 화재안전기준 (NFSC 104)
	7. 포소화설비의 화재안전기준 (NFSC 105)
	8. 미분무 소화설비의 화재안전기준 (NFSC 104-A)
2. 제2소화설비	○ 제 2 소화설비의 화재안전기준
	9. 소화기구 및 자동소화장치의 화재안전기준 (NFSC 101)
	10. 이산화탄소소화설비의 화재안전기준 (NFSC 106)
	11. 할로겐화합물소화설비의 화재안전기준 (NFSC 107)
	12. 청정소화약제 소화설비의 화재안전기준 (NFSC 107A)
3. 경보설비	○ 경보설비의 화재안전기준
	14. 비상경보설비 및 단독 경보형 감지기의 화재안전기준(NFSC 201)
	15. 비상방송설비의 화재안전기준 (NFSC 202)
	16. 자동화재 속보설비의 화재안전기준 (NFSC 204)
	17. 자동화재 탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC 203)
4. 피난설비	○ 피난설비의 화재안전기준
	19. 피난기구의 화재안전기준 (NFSC 301)
	20. 인명구조기구의 화재안전기준 (NFSC 302)
	21. 유도등 및 유도표지의 화재안전기준 (NFSC 303)
	22. 비상 조명등의 화재안전기준 (NFSC 304)
5. 소화용수설비	○ 소화용수설비의 화재안전기준
	23. 상수도소화용수설비의 화재안전기준 (NFSC 401)
	24. 소화수조 및 저수조의 화재안전기준 (NFSC 402)
6. 소화활동설비	○ 소화활동설비의 화재안전기준
	25. 제연설비의 화재안전기준 (NFSC 501)
	26. 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준 (NFSC 501A)
	27. 연결 송수관설비의 화재안전기준 (NFSC 502)
	28. 연소방지설비의 화재안전기준 (NFSC 506)
	29. 연결 살수 설비의 화재안전기준 (NFSC 503)
	30. 비상 콘센트설비의 화재안전기준 (NFSC 504)
31. 무선통신보조설비의 화재안전기준 (NFSC 505)	
7. 특정용도 소방시설	○ 특정용도소방시설의 화재안전기준
	32. 도로터널의 화재안전기준 (NFSC 603)
	33. 임시소방시설의 화재안전기준 (NFSC 606)
	34. 고층건축물의 화재안전기준 (NFSC 604)
	35. 소방시설용 비상전원수전설비의 화재안전기준 (NFSC 602)

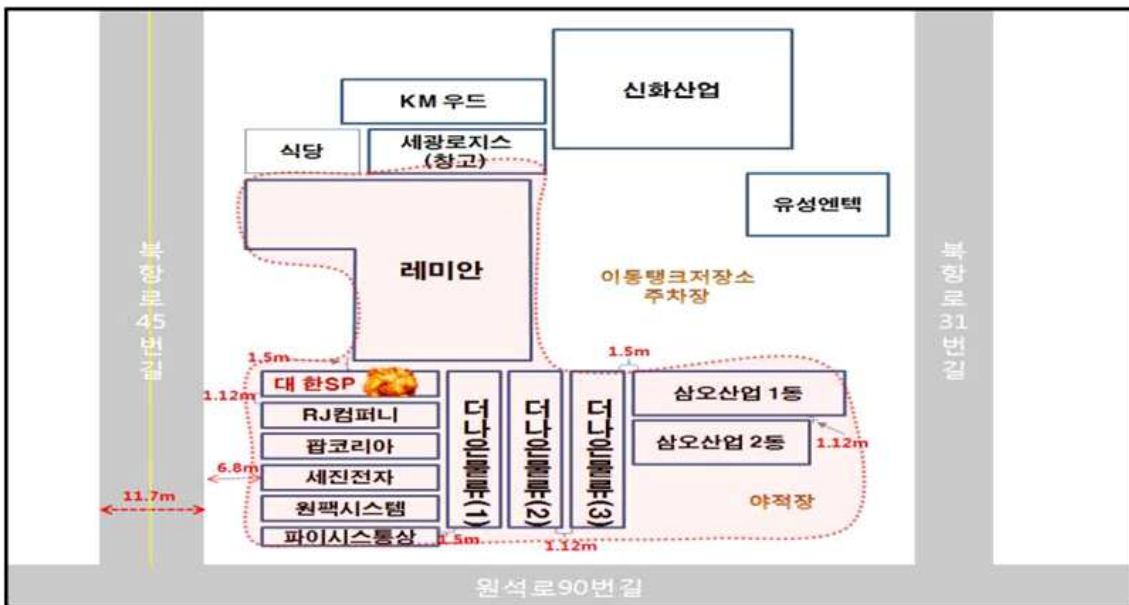
자료 : 한국소방산업기술원(2015), 국가화재 안전기준 분류체계 개편 연구

### III. 인천서구공장 화재현장조사 분석

#### 1. 화재발생대상건물

##### ■ 화재개요

- 발생일시 : 2018. 09. 07.(금) 15:14경~23:50
- 발생장소 : 인천 서구 북항로 45번길 31 일대
- 발생대상 : 대한SP등 11개 대상 14개 업체
- 건물구조 : 양식 철골조 샌드위치 패널 2층 1동 338.85㎡(대한SP)  
- 양식 철골조 샌드위치 패널 등 14개 업체 총 연면적 13,054.62㎡
- 인명피해 : 부상 1명(50대, 남성, 진압 중 7M 높이의 낙하물(창문틀)에 의한 부상, 경상(좌측 어깨근육 손상의심))
- 재산피해 : 6,703,842천원(부동산: 3,268,255천원, 동산: 3,435,587천원)



[그림 3-1] 건물 배치도

##### ■ 발화 장소 구조

- 발화 장소인 대한SP 등 11개 대상 14개 업체의 건물구조가 화재에 취약한 샌드위치 패널 구조로 되어 있음.
- 외벽 간 이격 거리가(레미안 측: 1,500mm, RJ컴퍼니 측: 1,120mm, 더나은물류 1,500mm)로 가까우며 양쪽모두 심재가 발포폴리스틸렌으로 된 샌드위치 패널 조로 접합과 복사열에 의한 인접 동으로 연소 확대가 빠르게 전파되는 등 화재에 취약한 구조임.

## 2. 건물현황

### ■ 건물현황

- 대상 : 대한SP 등 11개 대상 14개 업체
- 구조 : 철골조 샌드위치 패널 등 14개 업체 총 연면적 13,054.62㎡
- 주요용도 : 공장(창고)

[표 3-1] 건물 대상별 현황

연번	대상명	입주 업체	업종	생산품 (저장품)	소실정도	비고
현황	11개 대상	14개 업체				
1	대한SP (북항로 45번길 31)	대한SP	창고	페인트 등 도료류	전소	발화 장소
2	(주)레미안 (북항로 45번길 25)	레미안	창고	커튼류 원단	전소	
3	세광로지스 (북항로 45번길 19)	세광로지스	창고	TV등 가전제품	부분소	
4	RJ 컴퍼니 (북항로 45번길 31)	RJ컴퍼니	창고	화장품 등 저장	반소	
5	팝코리아 (북항로 45번길 31)	팝코리아	창고	화장품 등 저장	반소	
6	세진전자 (북항로 45번길 31)	세진전자	공장	회로기판 제조	반소	
7	원팩시스템 (북항로 45번길 31)	원팩시스템	공장	포장기계 제작	전소	
		새한와이어	공장	기계부품 가공		
8	파이시스통상 (북항로 45번길 31)	파이시스통상	공장(유통)	자동차 세정제 등	전소	
9	더나은물류 (원석로 90번길 21)	더나은물류	공장(배송)	건조기, TV등	전소	
10	삼오산업 (북항로 31번길 32)	신아기업	공장	사출기 등 기계류	전소	A동
		삼오산업	공장	자동차부 품 제조	전소	B동
		동양마그닉스	공장	공작기계 등 기계류	전소	
11	신화산업 (북항로 31번길 18)	신화산업	공장	가구제조	부분소	

### 3. 화재현장 상황

#### ■ 발화건물 주변 여건

- 발화건물은 서구 북향로 45번길 31번지에 위치하며 주변에 공장 및 창고 다수 위치.
- 발화건물과 주변 창고(공장)간의 이격 거리가 좁아 화재 발생 시 연소 확대 우려가 높고 대한SP와 레미안 진입 주대로의 폭이 11.7M로 양쪽에 차량 주차 시 대형소방차량 진입 및 부서선정에 어려움 발생.
- 주변에 위치한 공장동 및 창고동의 건물구조가 샌드위치 패널인 관계로 화재발생시 신속한 연소 확대.
- 선착 안전센터는 석남119안전센터로 화재현장과 3.5km 거리이고 화재당시 도착에 약 6분 소요됨.
  - 화재의 심각성을 파악한 본부와 본서의 유기적인 통신 등 연락체계로 거리대비 신속하게 출동한 사례임.
- 석남동 화재장소 일대에 소화용수시설은 6개(석남282호, 석남295호, 석남296호, 석남298호, 사설2개) 설치되어 있고 현장 활동과 약 45~525m 거리에 위치함.
- 대한SP 및 레미안 좌측에 세광로지스 및 창고동이 위치하고, 세광로지스 주변에 신화산업 및 KM우드가 위치.
  - 세광로지스 주변에 위치한 공장의 이격 거리가 좁아 연소 확대.
- 발화건물인 대한SP와 같은 구획(필지)건물 간 이격 거리는 1.12m, 다른 구획(필지)건물 간 이격 거리는 1.5m로 건물 간 이격 거리가 협소한 상태로 밀집됨.

#### ■ 연소 확대 요인 분석

##### 1) 건물 외벽 간 인동거리 협소

- 외벽 간 인동거리가(대한SP와 RJ컴퍼니 : 1,120mm, 대한SP와 레미안 : 1,500mm) 가까워 인접한 건물로의 신속한 연소진행 요인 제공.
- 대한SP와 인접한 레미안 창고동이 연소되면서 레미안 창고동과 가까운(건물 간 1,500mm) 더나은물류 건물로의 2차 연소 확대됨.

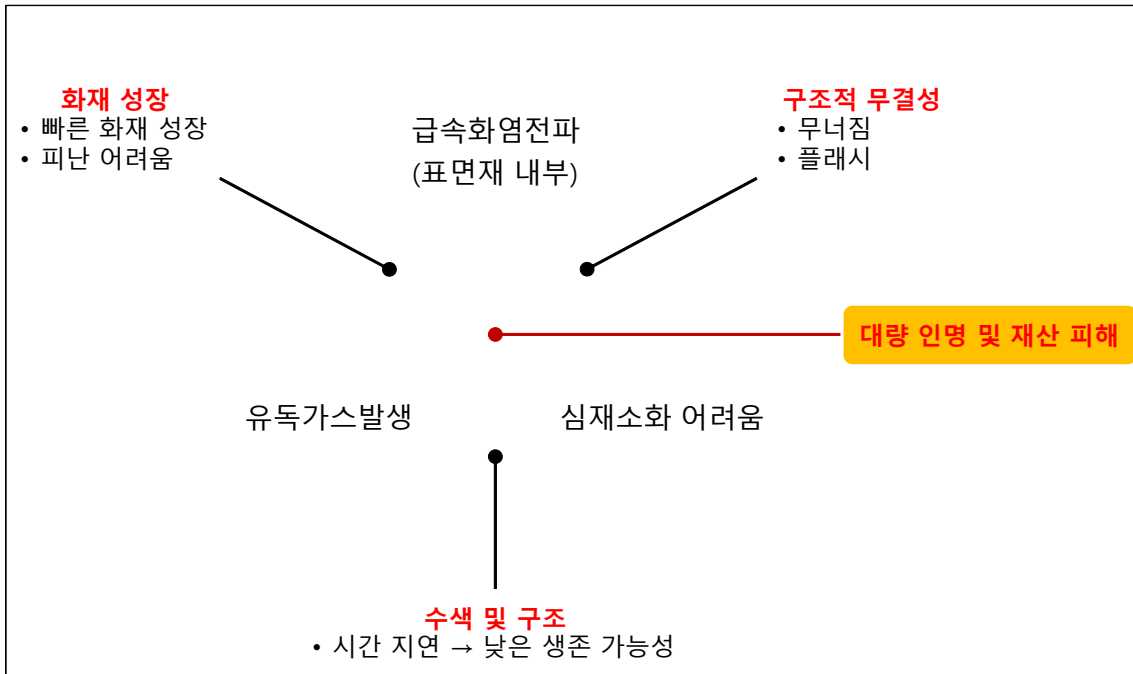


## 2) 화재에 취약한 건물 구조(샌드위치 패널)

- 화재발생대상 건물 구조가 화재에 취약한 샌드위치 패널 구조인 점이 연소 확대 되는데 있어 한 요인인 것으로 판단됨.
- 대한SP 등에 사용된 샌드위치 판넬은 가연성 단열제로 발포폴리스틸렌이 심재로 구성된 관계로 외벽과 지붕을 따라 급격한 연소가 진행되면서 인접 동으로 전파되고, 강판은 외부 주수의 침투 방해물로 작용.



[그림 3-2] 대한에스피에 사용된 샌드위치 판넬 심재인 발포폴리스틸렌



[그림 3-3] 샌드위치 패널 화재 위험성

### 3) 화재현장 기상(풍속) 요인

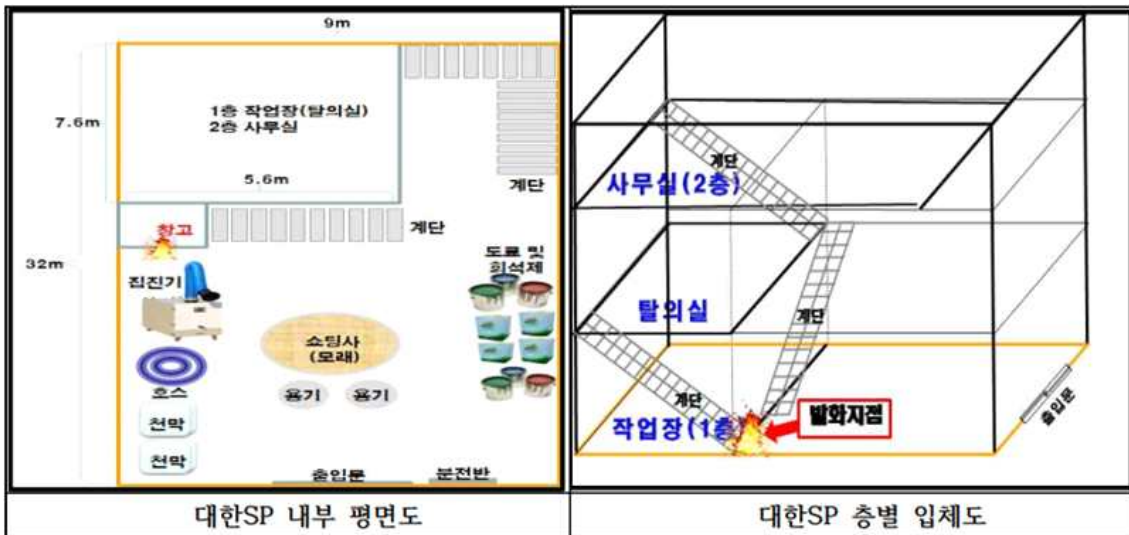
- 화재현장은 바다와 약 350m 떨어진 개방된 공간으로 화재당시 풍속의 영향을 받음(북서풍 5.9~7.2m/s, 출처-US내셔널).
- 화재발생당시 화재현장 기상상황(풍향)은 발화지점으로 추정되는 대한SP에서 레미안 및 더나은물류 방향(북서풍)쪽으로 바람이 불고 있어 인접한 건물로 연소 확대되는 요인으로 제공함.

#### 4. 초기상황 및 소방 활동

##### ■ 발화건물 주변 여건초기 상황 및 조치(선착대-석남119안전센터)

- 발화건물은 서구 북향로 45번길 31번지에 위치하며 주변에 공장 및 창고 다수 위치.
- 화재신고 : 2018. 9. 7(금) 15:14분(출동지령15:16).
- 출동 중 다량의 화염과 연기 확인 및 각 출동대에 상황전파.
- 공장건물 2개 동의 후면 및 상층부 다량의 검은 연기가 외부로 분출되고 있는 상태로 대한SP건물에서 강한 화염이 분출됨.
- 선착대 방수 중임에도 불구하고 강한 화세로 연소 진행.
- 도착 당시 레미안 건물로 연소 확대가 진행되어 화세가 소방력보다 우세한 상황이었음.

##### ■ 연소경로 및 확대 사유



[그림 3-4] 발화 장소 평면도 및 입체도(대한SP)

##### 1) 추가적인 연소 확대 요인(건물 내부 가연성물질 급속한 연소)

- 1차 연소 확대 지점인 레미안 2층과 3층에 커튼 원단이 대량 적재되어 있음.  
⇒ 인접한 더나은물류로의 연소 확대
- 발화 장소인 대한SP 내부에 적재되어 있던 페인트(희석재 포함) 및 파이스스 통상 내부에 자동차 세정용품인 인화성물품이 다량 적재되어 있었던 점이 인접한 건물로의 급속한 연소 확대 요인 제공.

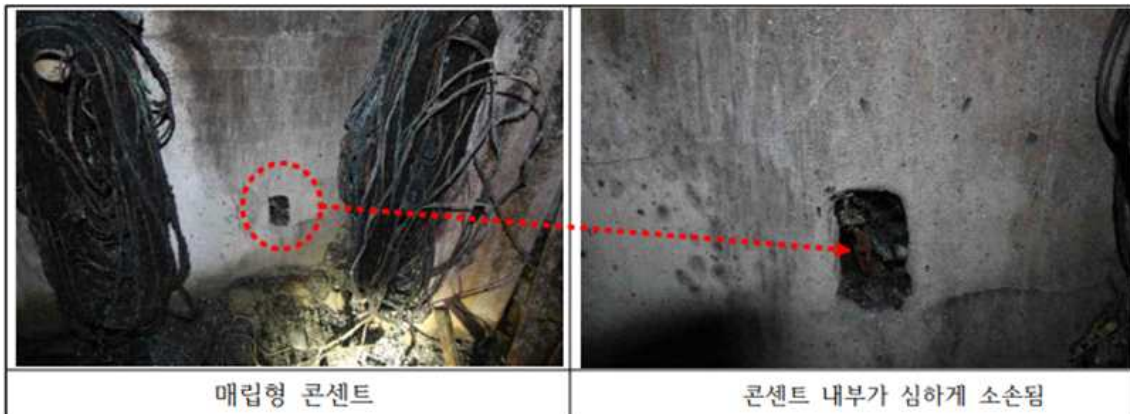
## 5. 화재원인

### ■ 전기적 발화요인 검토

- 대한SP 출입문 옆 벽면에 분전반이 설치되어 있음.
- 분전반 내부가 부분적으로 소손되었으며 내부 배선 및 부스바 등에서 전기적 특이점 식별되지 않음.



- 발화지점으로 추정되는 집진기 옆 창고 벽면에 매립형 콘센트가 소손되었으나 전기기구가 꽂혀져 있지 않은 상태로 소손된 형태에서 특별한 발화요인 식별 안 됨.



- 창고 벽면.천장을 지나는 전기배선이 심하게 소손되었으나 수거한 전기배선 감정결과 외부화염에 의한 용융흔이 식별되며, 단락흔 등 전기적 특이점이 식별되지 않음. 【국립과학수사연구원 감정서 참조】



- 창고내부에서 시스히터, 발전기, 집진기 등이 식별되거나 전원이 연결되지 않은 상태이며, 천장에서 소략된 등기구 전원선 및 외형에서 특별한 전기적 특이점 식별 안 됨



[그림 3-5] 국립과학수사연구원 감정물



■ 기계적 발화요인 검토

- 대한SP 내부에 집진기, 발전기, 세척기 등 기계류가 있으나 기계류 모두 전원이 연결되지 않은 채 보관되어 있던 점 등으로 보아 기계적 결함 등에 의한 발화가 가능성은 낮아 보임.
- 대한SP업체는 출장 도색 전문업체로 도색에 사용되는 상기 기계류를 외부 작업장으로 이동하여 사용하는 관계로 내부에 보관 시 전원을 연결하지 않고 진술함.

■ 방화적 요인 가능성 검토

- 화재발생당시 대한SP 내부 사무실에 있던 직원이 신고한 사항이고 낮 시간대에 화재가 발생한 점과 발화지점 및 주변에서 방화에 사용 가능한 방화도구 등 특이점이 발견되지 않는 점 등으로 보아 방화에 의한 발화가능성은 낮아 보임.

■ 인적부주의 발화요인 검토

- 출장도색 전문업체인 관계로 내부에 페인트 및 희석재가 적재되어 있으나 내부에서 배합 등을 하지 않는 점과 내부에서 기계류를 사용하지 않는 점 등 인적부주의에 의한 발화가능성은 낮아 보임.

## ■ 현장조사결과

- 발화요인 : 미상
- 발화열원 : 미상
- 최초착화물 : 미상

결 과	발화 장소의 연소패턴 등 연소현상 및 CCTV 영상을 고려할 경우 발화 장소(지점)는 대한SP 내부 창고주변일 가능성이 많으나 발화지점으로 추정되는 창고 주변에서 발화할 특별한 요인이 식별되지 않는 점 등 내부의 심한 연소 변형으로 구체적인 발화 개소 한정 및 발화원인을 논하는데 어려움 있음.
--------	--

## IV. 전국대형화재 및 공장화재발생현황과 특징 분석

### 1. 주요화재의 개념과 분류

#### ■ 화재의 구분

- 우리나라에서는 화재의 구분을 인명피해와 재산피해 정도에 따라 구분하고 있으며 그 근거 규정은 소방청 훈령 제1호 ‘화재조사 및 보고규정’에서 분류하고 있음.
- 이에 해당하는 화재의 경우 소방활동 중 본부장 또는 서장이 소방청장에게 보고하도록 규정하고 있으며 이 같은 화재의 구분은 대형화재와 중요화재, 특수화재 등으로 크게 구분됨. 해당 규정에 대한 구체적인 내용은 아래와 같음.

[표 4-1] 우리나라 주요화재의 구분

<p>1. 대형화재</p> <p>가. 인명피해 : 사망 5명 이상이거나 사상자 10명 이상 발생화재</p> <p>나. 재산피해 : 50억 원 이상 추정되는 화재 (2009. 7. 7. 본목 개정)</p> <p>2. 중요화재</p> <p>가. 관공서, 학교, 정부미 도정공장, 문화재, 지하철, 지하구 등 공공건물 및 시설의 화재</p> <p>나. 관광호텔, 고층건물, 지하상가, 시장, 백화점, 대량위험물을 제조·저장·취급하는 장소, 대형화재 취약대상 및 화재경계지구</p> <p>다. 이재민 100명 이상 발생 화재</p> <p>3. 특수화재</p> <p>가. 철도, 항구에 매어 둔 외항선, 항공기, 발전소 및 변전소의 화재</p> <p>나. 특수사고, 방화 등 화재원인이 특이하다고 인정되는 화재</p> <p>다. 외국공관 및 그 사택</p> <p>라. 그 밖에 대상이 특수하여 사회적 이목이 집중될 것으로 예상되는 화재</p>
--

- 이 외에 소방청은 매해 발간하는 화재 통계연감에서 ‘산불’, ‘지하층’, ‘위락시설’, ‘위험물제조소등’, ‘사찰, 교회, 비닐하우스’, ‘다중이용업소’ 등에서 발생하는 화재를 별도 주요화재로 구분하여 통계를 집계하고 있음.

## 2. 대형화재 발생 현황 분석

### ■ 대형화재 현황

- 2000년대 이후 지난 16년간 대형화재 현황을 살펴보면 화재발생 건수는 2000년 5건, 2005년 5건, 2010년 3건, 2015년 6건 등 총 87건, 연평균 5.4건의 대형화재가 발생하여 546명이 사망하였고 1,264명이 부상을 입었음. 이는 해마다 대형화재로만 34명이 사망하고 79명이 부상을 입는 등 연평균 111명의 사상자가 발생했음을 보여주고 있음. 재산피해는 약 377,524백만 원으로 연평균 약 23,595백만 원의 피해가 발생한 것으로 나타났음. 이를 정리하면 아래 표와 같음.

[표 4-2] 2000년 이후 연도별 대형화재 발생 현황

연도별 구분	화재발생	인명피해(명)			재산피해 (백만 원)
		계	사망	부상	
연평균	3.57	111.6	34.1	79	23,595
2015	6	157	11	146	78,587
2014	6	163	33	130	56,572
2013	8	119	7	112	100,195
2012	13	265	17	248	3,382
2011	2	19	7	12	243
2010	3	45	14	31	5,875
2009	4	36	28	8	166
2008	5	42	23	19	90,148
2007	6	113	32	81	585
2006	2	37	13	24	92
2005	5	80	10	70	25,079
2004	1	5	5		6
2003	10	432	230	202	15,163
2002	5	59	44	15	116
2001	6	121	41	80	970
2000	5	117	31	86	345
합계	87	1,810	546	1,264	377,524

자료 : 소방청(2018).

### 3. 화재 확대 요인별 분석

#### ■ 건축 시설 환경 및 구조

- 66건의 대형화재 중 총 8가지 문제점으로 구분한 ‘건축 및 구조적’ 요인에 있어서는 화재 시 피난에 불리한 ‘단일 피난로’가 34건(51.52%)으로 가장 많은 요인을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 무려 33건의 화재에서 사망피해가 발생한 것으로 나타남. 이 중 29건에서 사망자가 4명 이상 발생하는 등 사망자 발생과의 상관성이 매우 높은 것을 확인할 수 있음.
- 또 가연성 건축자재 사용 문제가 23건(34.85%), 방화구획 미흡 16건(24.24%), 비상구 폐쇄 10건(15.15%), 불법시설 9건(13.64%), 미로형 구조8건(12.12%), 목조 건축물 6건(9.09%), 공사장 5건(7.58%) 등의 순으로 나타남.
- 방화구획 미흡의 경우, 상층부와의 관통부에 대한 구획미비 1건, 건물 중앙 원형돌림계단 구성으로 인한 미구획, 층간 구획 미비, 사고 당시 방화문 개방, 실구성에 따른 천장 구획 미비, 닥트 등 환기구를 통한 화염확산, 방화 셔터 불량, 무분별한 방화구획 면제 등의 화재 사례가 있었음.
- 가연성 건축 자재 문제로는 인화성이 강한 샌드위치 패널을 사용한 건축물과 건물 내부 단열 등을 위한 우레탄폼 사용, 가연성이 높은 건물 외부마감재 등의 원인이 가장 심각한 문제 요소인 것으로 확인됨. 특히 샌드위치 패널이 문제된 대형화재 16건의 평균피해액은 16,763백만 원으로, 샌드위치 패널이 문제가 되지 않은 대형화재(50건, 1,310백만 원)의 평균피해액에 12.7배에 달해 피해액 및 피해 규모와 직접적인 연관성을 갖는 것으로 나타남.

[표 4-3] 대형화재의 건축 및 구조적 문제로 인한 확대 요인 현황

건축 및 구조							
방화구획 미흡	공사장	미로형	단일 피난로	비상구 폐쇄	목조구조	가연성 자재	불법시설
16	5	8	34	10	6	23	9

#### ■ 화재 상황 인지지연

- 화재 사실 인지 지연으로 인한 피해 확산 문제로 구분한 ‘화재 인지 지연’ 부문에서는 4가지 요인 중 건물 내 관계자 등이 잠을 자고 있었던 시간에 발생한 ‘취침시간’ 요인이 27건(40.91%)으로 가장 많았고 ‘경보시설부재’가 총 25건(37.88%)으로 그 뒤를 이음.
- 그 다음으로는 노래방이나 공장 등에서 외부 소음으로 인해 음향경보자체를 인지하지 못한 ‘경보 미인지’가 15건(22.73%)으로 나타났으며, 자동화재 탐지설비를 차단하거나 관리 부실로 인하여 설치되어 있는 경보시설이 제대로 작동하지

많은 ‘경보시설 불량’이 12건(18.18%)으로 집계됨.

- 이는 취침시간에 발생한 화재가 초기 화재 사실 인지를 지연시키는 가장 큰 요인으로 작용하여 초기 대응 미흡으로 이어지게 되고 막대한 피해까지 불러올 가능성이 크다는 점을 명확히 보여주고 있음.

[표 4-4] 대형화재의 화재 인지지연으로 인한 문제 발생 현황

인지 지연			
경보시설부재	경보시설불량	경보 미인지	취침시간
25	12	15	27

■ 자체 초동 대응 미흡

- 건축물 또는 시설 관계인의 자체 대응 미흡으로 인한 ‘자체 대응 미흡’ 요인으로는 화재 발생 직후 소방관 신고가 지체된 ‘신고지연’ 사례가 59건(89.39%)으로 가장 많았음. 이어 소화기나 옥내소화전 등 자체 인적 대응수단 시설을 사용했거나 사용하지 못하여 초기 진압에 실패한 ‘진압 실패’가 50건(75.56%), 관계자의 안전의식 부재로 홀로 피난하거나 화재 사실을 재실자 등에게 알리지 않은 ‘의식 결여’가 14건(21.21%), 초기 진압시설 자체가 전무한 ‘시설부재’가 8건(12.12%)으로 나타남.
- 특히 소화기 또는 옥내소화전을 사용하였다가 진압을 실패한 49건의 사례 모두 화재신고가 지체된 것으로 나타났으며, 이를 볼 때 최초 화재 확인 이후 초기 진압을 시도하는 데 소요되는 시간과 신고지연의 상관성이 매우 높은 것으로 확인됨.
- 또한 초기 진압 시설 자체가 부재했던 9건의 사례를 살펴보면, 8건의 사례 모두 주택에서 발생한 것으로 기초 소방시설 설치에 대한 의무 부재로 인하여 시설 구비 자체가 이루어지지 않았던 대상물인 것으로 나타남.

[표 4-5] 대형화재의 화재 자체 대응 미흡 문제 발생 현황

자체 대응 미흡			
의식 결여	신고지연	진압실패(소화기 등)	시설부재
14	59	50	8

■ 소화설비 유무 여부

- 스프링클러 등 자동으로 화재를 초기 진압하거나 확산을 방지하는 시설의 경우 총 64건의 화재 사고 중 56건(84.55%)의 화재에서 자동소화설비가 갖춰져 있지 않았던 것으로 나타남.
- 이는 해당 화재 발생 시설의 규모가 작아 소방 관련법에 따른 설치 대상이 아니었거나, 특정소방대상물로 분류되지 않은 일반 주택 또는 가건물 등이었기 때문으로 분석됨. 이 외 스프링클러설치 대상 건축물이었으나 스프링클러 헤드나 제외되는 PIT공간 등에서 발생한 화재도 있었음.
- 12건(15.55%)의 소화설비 불량 화재 사례에서는 스프링클러 등 소화설비가 갖춰져 있었지만 제대로 작동하지 않았거나 효과가 미비하였던 것으로 나타남.
- 이러한 불량 시설의 경우 부실한 관리로 인하여 스프링클러 설비가 작동하지 않거나 내부 적재물 또는 장식물로 인해 살수장애가 발생한 사례, 고의로 설비의 작동을 정지시켜 놓은 사례 등이 있었던 것으로 확인됨.
- 이는 자동소화설비의 정상 작동을 통한 화재 사례의 경우 대형화재로 번지지 않을 수 있다는 사실을 보여준다고 판단할 수 있을 것으로 사료됨.

[표 4-6] 대형화재 사례의 소화설비 부재 또는 불량 현황

소화설비	
부재	불량
56	10

■ 소방 대응 악조건 환경

- 66건의 대형화재에서 소방 활동을 전개하는 과정에 있어 대응이 곤란했던 사례의 주요 요인으로는 붕괴가 우려돼 원활한 작전 수행이 불가능했던 사례가 9(13.64%)건으로 가장 많았으며, 통로가 협소하여 소방차 진입이 곤란했던 사례가 7건(10.61%), 소방관서와의 거리가 멀어 신속한 출동이 어려웠던 사례 6건(9.09%), 불법주차로 인하여 소방차량 진입이 곤란했던 사례가 5건(6.58%) 등의 순으로 나타남.
- 특히 건물 붕괴가 우려되어 원활한 소방 활동을 수행하기 어려웠던 화재사례 9건 중 7건은 샌드위치 패널로 지어진 건축물인 것으로 나타나 가연성 건축 자재의 건축물이 화재 시 소방 활동에 악영향을 미치고 있음을 보여주고 있음.

[표 4-7] 대형화재 사례의 소방대응 악조건 사례 현황

소방 대응 곤란			
원거리	불법주차	통로 협소	붕괴 우려
6	5	7	9

**■ 급격한 연소 확대**

- 대형화재가 발생한 주요 원인 중 하나는 급격한 연소 확대가 이루어졌기 때문임. 이러한 ‘연소 확대’ 요인 중 화재 대상물 내 화재 확산에 용이한 가연물이 과다하게 있었던 경우가 35건(53%)으로 가장 많았고 방화로 인한 급격한 화재 확산 사례 12건(18.18%), 폭발이 동반하여 급격하게 확산된 사례가 6건(9.09) 등의 순으로 나타남.
- 과다한 가연물의 경우 창고 등에 적재되어 있던 다량의 물품, 다중이용업소 등의 무분별한 실내 장식물 사용이 문제된 사례가 있었으며, 다수의 차량이 세워진 주차장에서 발생한 화재의 경우 차량 내 연료 등이 연소 확대를 불러온 원인이었던 것으로 분석됨.

[표 4-8] 대형화재 사례의 급격한 연소 확대 요인 현황

급격한 연소 확대		
방화	폭발 동반	가연물 과다
12	6	35

## 4. 공장화재 발생현황

- 2018년 기준 전국의 공장화재현황을 보면 총 2,617건이 발생하여 사망 21명 부상 164명의 인명피해가 발생하고 공장업종별에서는 금속기계 및 기구를 취급하는 업종이 883건으로 전체 34%로 가장 많이 발생하는 것으로 나타남.

[표 4-9] 2018 전국 공장화재 현황

구분	화재 건수	사망	부상	인명피해계	부동산피해 (천원)	동산피해 (천원)	재산피해 (천원)	재산피해/건당 (천원)
합계	2,617	21	164	185	68,927,775	121,805,005	190,732,780	72,882
광업	16	0	0	0	175,614	4,135,546	4,311,160	269,448
그 밖의 공업	634	7	52	59	24,643,882	44,108,823	68,752,705	108,443
금속기계 및 기구공업	883	3	37	40	12,948,670	19,775,486	32,724,156	37,060
방직공업	199	0	12	12	6,943,248	15,891,879	22,835,127	114,749
석유공업	22	0	3	3	597,995	1,239,607	1,837,602	83,527
식품공업	214	0	8	8	4,912,249	6,792,658	11,704,907	54,696
요업 및 토석공업	32	0	1	1	325,732	284,216	609,948	19,061
인쇄업	61	1	8	9	1,220,670	2,856,093	4,076,763	66,832
전기 전자공업	113	9	13	22	2,450,490	6,432,986	8,883,476	78,615
제재 및 목공업	187	0	2	2	3,175,646	3,984,659	7,160,305	38,290
펄프 및 제지공업	51	0	5	5	2,022,737	2,646,485	4,669,222	91,553
화학공업	205	1	23	24	9,510,842	13,656,567	23,167,409	113,012

자료 : 소방청, 화재통계연보(2019).

- 2018년 기준 인천지역 공장화재는 181건에 9명 사망과 부상 15명의 인명피해가 발생하고 업종에서도 전국 공장화재와 같이 금속기계 및 기구공업 분야에서 80건으로 44%로 나타내고 인천 서구지역 또한 2018년 기준 75건 중 금속기계 및 기구공업이 30건 40%로 높은 비율을 나타냄.

[표 4-10] 2018 인천 공장화재 현황

구분	화재 건수	사망	부상	인명 피해 계	부동산피 해(천원)	동산피해 (천원)	재산피해 (천원)	재산피 해/건당 (천원)
합계	181	9	15	24	4,070,635	8,369,903	12,440,538	68,732
광업	2	0	0	0	7,485	30,175	37,660	18,830
그 밖의 공업	43	0	2	2	1,735,275	3,169,201	4,904,476	114,058
금속기계 및 기구공업	80	0	2	2	320,531	475,691	796,222	9,953
방직공업	3	0	0	0	10,359	17,368	27,727	9,242
석유공업	0	0	0	0	0	0	0	0
식품공업	4	0	0	0	878	1,400	2,278	570
요업 및 토석공업	1	0	0	0	557	1,815	2,372	2,372
인쇄업	0	0	0	0	0	0	0	0
전기 전자공업	10	9	6	15	179,183	108,974	288,157	28,816
제재 및 목공업	19	0	1	1	147,096	1,039,574	1,186,670	62,456
펄프 및 제지공업	3	0	0	0	6,899	10,101	17,000	5,667
화학공업	16	0	4	4	1,662,372	3,515,604	5,177,976	323,624

[표 4-11] 2018 인천 서구 공장화재 현황

구분	화재 건수	사망	부상	인명 피해 계	부동산피 해(천원)	동산피해 (천원)	재산피해 (천원)	재산피 해/건당 (천원)
합계	75	0	1	1	3,179,763	7,641,399	10,821,162	144,282
광업	2	0	0	0	7,485	30,175	37,660	18,830
그 밖의 공업	14	0	0	0	1,613,792	3,017,940	4,631,732	330,838
금속기계 및 기구공업	30	0	0	0	139,167	227,797	366,964	12,232
방직공업	2	0	0	0	2,762	4,376	7,138	3,569
석유공업	0	0	0	0	0	0	0	0
식품공업	0	0	0	0	0	0	0	0
요업 및 토석공업	1	0	0	0	557	1,815	2,372	2,372
인쇄업	0	0	0	0	0	0	0	0
전기 전자공업	3	0	0	0	38,444	2,428	40,872	13,624
제재 및 목공업	12	0	0	0	111,817	1,022,283	1,134,100	94,508
펄프 및 제지공업	2	0	0	0	844	5,019	5,863	2,932
화학공업	9	0	1	1	1,264,895	3,329,566	4,594,461	510,496

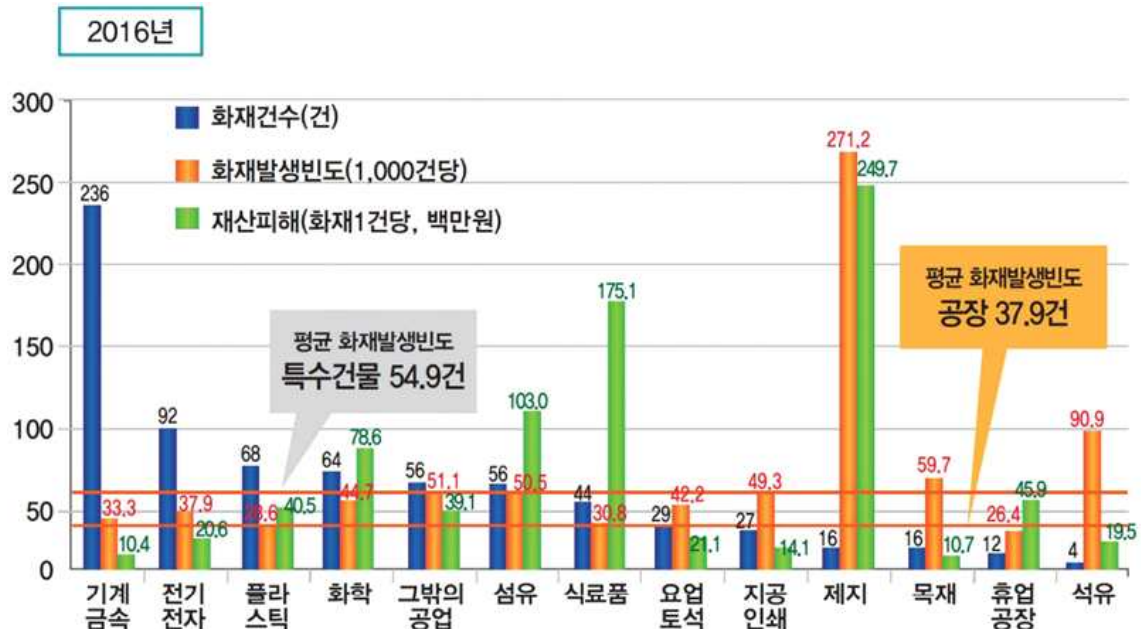
자료 : 소방청, 화재통계연보(2019).

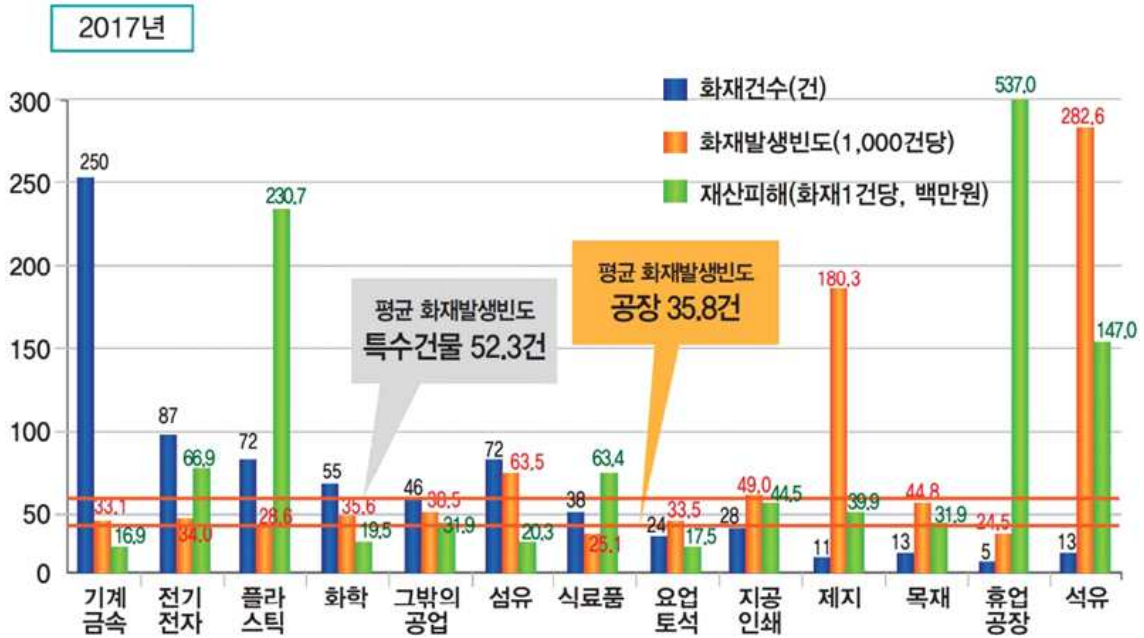
5. 공장화재특성별 원인분석

- 2017년 공장화재 중 가장 재산피해액이 큰 화재는 플라스틱 제조분야에 속하며 자동차 모형을 제조하는 공장의 도장 부스(추정)에서 발생한 화재사고로 60억 7,038만원의 재산피해가 발생함. 그 다음은 배터리를 제조하는 전기전자 공장의 배터리 저장 창고(추정)에서 발생한 화재사고로 45억 117만원의 재산피해가 발생함. 배터리(리튬이온 전지 등)로 인한 화재는 매년 증가하는 추세이며, 그 피해액 또한 늘어나고 있음.
- 공장의 주요 화재원인은 기계적 요인(211건), 전기적 요인(183건), 부주의(154건) 등으로 분석됨. 발화시간을 살펴보면, 전기적 요인과 기계적 요인은 시간대별 특징이 두드러지지 않지만, 부주의로 인한 화재는 작업 및 근무 시간대인 9시에서 18시 사이에 집중적(74.0%)으로 발생함.

[표 4-12] 특수건물 전체 대비 공장 화재 현황

구분	특수건물(건)	화재건수(건)	사망자(명)	부상자(명)	재산피해(천원)
전체	41,158	2,151	25	156	54,760,048
공장	19,919	714	2	49	40,192,074
구성비(%)	48.4	33.2	8.0	31.4	73.4





[그림 4-1] 산업별 공장 화재 및 피해 현황

[표 4-13] 산업별 공장 화재 및 피해 현황

구분	화재		특수건물 대상건수	화재발 생빈도	사망 (명)	부상 (명)	재산피해(천원)	
	건수	구성비					계	1건당
기계금속	250	35%	7,557	33.1	0	8	4,235,476	16,942
전기전자	87	12%	2,559	34.0	0	3	5,823,959	66,942
플라스틱	72	10%	2,519	28.6	0	10	16,608,033	230,667
화학	55	8%	1,543	35.6	0	9	1,072,549	19,501
그 밖의 공업	46	6%	1,194	38.5	2	1	1,465,948	31,868
섬유	72	10%	1,134	63.5	0	7	1,459,165	20,266
식료품	38	5%	1,512	25.1	0	2	2,410,282	63,428
요업 토석	24	3%	717	33.5	0	3	420,547	17,523
지공인쇄	28	4%	572	49.0	0	6	1,246,124	44,504
제지	11	2%	61	180.3	0	0	438,736	39,885
목재	13	2%	290	44.8	0	0	414,632	31,895
휴업공장	5	1%	204	24.5	0	0	2,685,072	537,014
석유	13	2%	46	282.6	0	0	1,910,989	146,999
광업	0	0%	1	0.0	0	0	0	0
전기업	0	0%	1	0.0	0	0	0	0
계	714	100%	*19,910	35.8	2	49	40,192,074	56,291

\* 공장 업종 19,919건 중 공정코드 미확정 9건 제외

자료 : 화재보험협회(2018). 2017년 특수건물 화재.안전점검 결과분석.

## 제4장 전국대형화재 및 공장화재발생현황과 특징분석

- 공장은 전체 특수건물 업종 중 가장 많은 비중(19,919건, 48.6%)을 차지하나, 화재건수(714건)는 전체 화재건수(2,151건)의 33.2%로 아파트보다 낮고 일반 업종보다 높은 것으로 나타남.
- 공장의 인명피해는 전체 특수건물 사망자 25명 중 사망자가 2명(8.0%), 부상자는 156명 중 49명(31.4%)을 차지함.
- 최근 5년간의 공장 화재발생 추이를 살펴보면, 2013년에는 대상건수와 화재건수, 빈도가 모두 증가하였고 2014년에는 화재건수가 증가하였으나, 대상건수 증가가 더 많아 화재발생빈도는 미미하게 감소함. 2015년에는 대상건수는 증가하였으나 화재건수는 감소하여 화재발생 빈도도 감소하였고, 2016년에는 2014년과 동일하게 화재건수가 증가하였으나, 대상건수 증가가 더 많아 화재발생빈도는 미미하게 감소하였음. 2017년도에는 2015년도와 동일하게 화재건수가 감소, 대상건수는 증가하여 화재발생빈도도 감소함.

[표 4-14] 최근 5년간 공장 화재발생 건수

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	평균
공장 화재건수	706	741	700	720	714	716.2
특수건물 공장 대상건수	16,327	17,236	18,038	19,029	19,919	18,109.8
빈도(1,000건 대비)	43.2	43.0	38.8	37.8	35.8	39.5

자료 : 화재보험협회(2018). 2017년 특수건물 화재·안전점검 결과분석.

- 공장 업종도 아파트 등의 대규모 특수건물과 같이 다수의 건물이 1건의 특수 건물로 집계되므로, 통계적 착시가 발생할 수 있음.
- 공장 1,000건당 화재발생빈도는 35.8건으로 전체 특수건물(평균 54.9건)에서는 높지 않은 편이지만, 재산피해 규모는 전체 특수건물 재산피해의 73.4%를 차지했음.
- 공장의 공업별 대상건수 1,000건당 화재발생빈도는 석유(282.6건), 제지(180.3건), 섬유(63.5건) 공업 순으로 높은 것으로 나타났으며, 전년 대비 제지공업과 석유공업의 순위가 바뀌었음.
- 화재 1건당 피해액이 높은 업종은 휴업공장(537,014천원), 플라스틱(230,667천원), 석유(146,999천원), 전기전자(66,942천원), 식료품(63,428천원), 지공인쇄(44,504천원)공업 순이었음.
- 재산피해액 중 최대 규모는 플라스틱 공업에 속하는 모형 자동차를 제작하는 공장의 도장부스에서 발생한 화재사고로 60억 7,038만원의 재산피해가 발생하였으며, 그 다음은 전기전자 공업 공장에서 발생한 화재사고로 45억 117만원의 재산피해가 발생함.
- 상기 최대 재산피해사고가 발생한 업종과 관계없이 휴업공장의 화재 1건당 평균 피해액이 가장 높은 것으로 분석되었는데 이는 26억 7,450만원의 대형 화재가

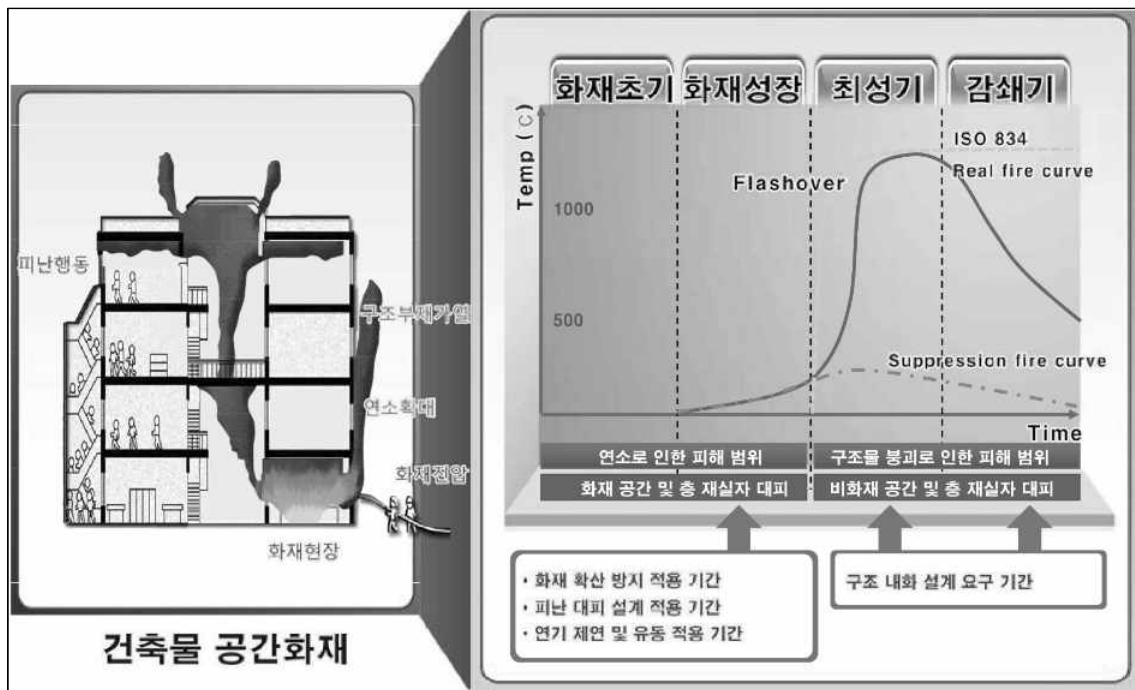
휴업공장에서 1건 발생하였으며, 휴업공장의 모수(화재발생 5건)가 적어 해당 화재에 큰 영향을 받았기 때문임.

- 식료품 공업은 2건의 대규모 화재(재산피해액 43억 9,126만원 1건, 14억 815만원 1건)의 영향으로 화재 1건당 평균 피해액이 2번째로 높았음.
- 화재 1건당 평균 피해액이 3번째로 높은 석유 공업은 화재가 발생한 13건 중 1건에서 14.2억 원, 2건에서 각각 2.4억 원, 1.4억 원의 화재가 발생한 영향을 받았음.
- 전기전자 공업의 1건당 평균 피해액은 전년 대비 3배 이상 증가했음. 이는 45억 원의 화재 1건의 영향에 의한 것으로 보임. 해당 화재는 배터리(리튬이온 전지)에서 발생한 것으로 추정되는데, 근래 리튬이온 전지에서의 화재는 꾸준히 증가하는 추세임.
- 공장을 포함한 전체 특수건물 화재 중 배터리/축전지에서 발생된 화재는 2015년 6건(0.3%)에서 2016년 25건(1.5%), 2017년 40건(1.9%)로 꾸준히 증가하는 추세임. 2017년에 발생한 40건의 배터리화재 중 29건이 리튬이온(폴리머)전지에서 발생된 것으로 확인됨.

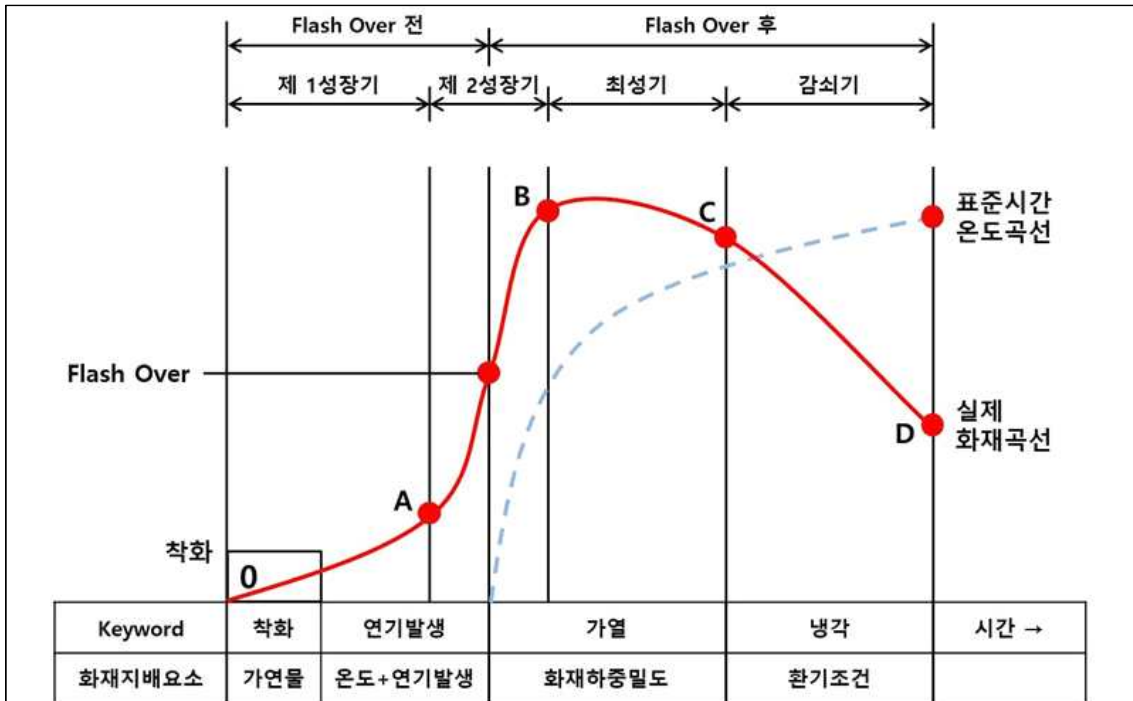
## 6. 화재의 유형별 확산 양상과 특징

### ■ 실내화재의 확산

- 건축물에서의 화재는 일반적으로 성냥이나 촛불, 전기 스파크 등의 열원에 의해서 가연물질이 착화됨으로 화재가 시작되며, 내장재의 특성과 설치상태에 따라 화재는 매우 급속하게 확대됨(방재시험연구원 2003).
- 사무실, 거실 또는 교실 등과 같은 다소 한정된 크기의 구획된 공간에서는 연소물질에 의해 형성되는 열의 축적이 급속한 화재 확산의 원인이 되고 있으며, 이로 인해 실내의 다른 가연물질이 짧은 시간 내에 연소되고 이러한 현상이 반복됨으로써 결국 화재실은 고열상태에 이르게 됨.
- 일반적으로 실내에서의 화재확대 과정은 그림과 같이 온도에 대한 시간의 변화로 나타냄.



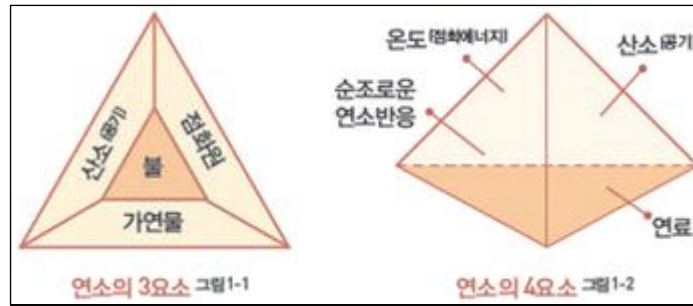
[그림 4-2] 건축물의 화재 확산



[그림 4-3] 화재의 성장 과정

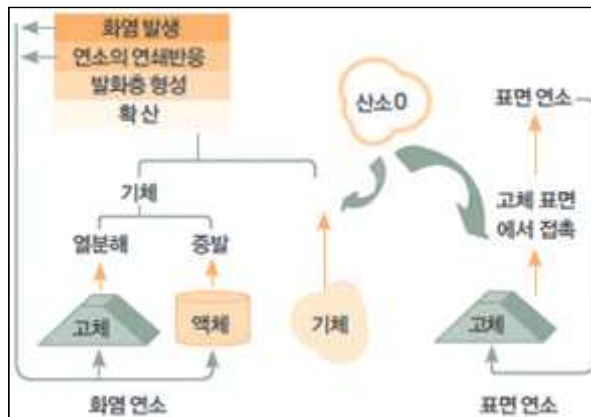
- 그림의 0-A구간은 출화단계로서 철근콘크리트 구조 등의 내화구조 건물에서 화재가 발생할 경우 화재실의 작은 화원을 중심으로 연소 확대가 일어나고, 연기가 실내에 가득 차게 되는데 이를 화재 성장기라고 함. 이때의 실내온도(실내평균온도를 말하며, 실내 중앙부 천장 가까운 부근에서 측정된 온도)는 비교적 낮고, 일반적으로 그 실 또는 인접실로부터 피난이 가능한 시기임.
- 이 단계의 시간은 화원, 착화물의 종류에 따라서 일정하지 않는데, 즉 석유 유출에 의하여 발화한 경우는 그 시간이 제로(0)에 가까우나 방석, 매트리스 등에 담뱃불 등으로 인하여 착화하는 경우에는 수 시간이상 경과하는 경우도 있음. 위의 시간이 지나는 시점이 되면 화염은 벽이나 커튼 등으로 수직 이동하고 연소하기 쉬운 천장 등으로 수평 확대되며 또한 실의 모든 가연 물질이 활발히 연소하기 시작하면서 온도가 급격히 상승함.
- 화재의 발생 원리
  - 연소현상 : 연소란 가연성 물질이 공기 중의 산소와 결합하는 산화반응으로 점화에너지, 가연물, 공기 중의 산소를 연소의 3요소라 하고 이것에 연쇄반응이 추가되어 연소의 4요소가 구성된다. 이는 연소가 일어나기 위하여서는 가연물과 산소가 있어야 하고 최초 점화될 수 있는 에너지가 필요하다는 것으로 각각에 대하여 이해할 필요가 있다.

## 제4장 전국대형화재 및 공장화재발생현황과 특징분석



[그림 4-4] 연소의 요소

- 연소 형태 : 연소가 일어나는 형태는 가연물의 상태와 공기와의 혼합 상태에 따라 화염 연소(Flaming combustion)와 표면 연소(Glowing combustion)가 있으며, 화염연소는 공기와의 혼합방식에 따라 확산 연소, 예혼합기 연소로 구분한다. 또한 화염의 유무에 따라 유염 연소, 무염 연소(훈소)로 구분하기도 한다.



[그림 4-5] 연소의 형태



구분	플래시 오버	백 드래프트
폭풍, 충격파 지배요인	없다	있다
대책	- 천장, 측벽 불연화 - 가연물 양 제한 - 개구부의 제한	- 출입문을 닫아두거나 약간만 개방 - 출입문보다 천장부의 대책 환기 우선 실시 - 출입문을 서서히 개방과 동시에 방수

■ 화재의 확산 메커니즘

- 화재 시 발생하는 화재의 경로를 요약하면 다음과 같음.  
발화원 → 가연물 연소(발화기) → 주변 가연물로의 착화 및 확대(성장기) → 천정면의 착화 및 확대 → 인접 실내의 착화 및 확대(최성기) → 개구부로 연기 방출
- 실내에서 발생한 화재는 커튼 및 블라인드 등과 같은 수납 가연물에 착화하여 개구부를 통해 화재가 확대되며, '02년대가 유흥주점화재 사례에서도 이와 유사한 메커니즘으로 플래시 오버 도달 이후 화재가 확산된 것을 확인 할 수 있음. 따라서 일반적으로 플래시 오버 이후 창호 등 개구부는 분출 화염 등에 의해 영향을 받음.
- 일반적인 화재공학에 입각하여 고찰하였을 때 구획실 화재의 발전단계는 발화기, 성장기, 최성기, 쇠퇴기로 구분됨. 전기 등 일반적인 사고에 의해 화재가 발생하였을 경우에는 한 지점에서 발생한 화염이 인접착화의 방식으로 인근의 가연물을 가열시켜 점차적으로 그 범위를 넓혀가는 방식으로 확산되는데 이때의 수평적으로는 수직적 연소속도에 비하여 약 1/20 정도를 가지는 것으로 일반적으로 알려져 있으며, 재료에 따라서 속도에 차이를 보일 수 있으나 관련 연구보고서에 의하면 약 측방, 하방의 연소속도가 0.1cm/s인데 반하여 상방향 연소속도는 1~100cm/s로 크게 차이가 나는 것을 알 수 있음.

[표 4-15] 재료의 연소 확산 속도

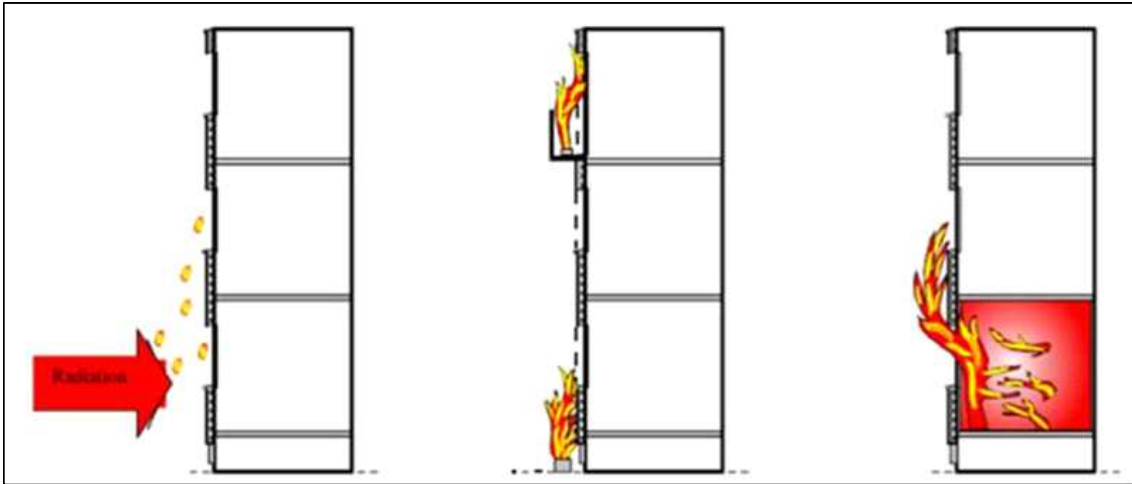
확산	속도(cm/s)
혼소	0.001~0.01
두꺼운 고체의 횡 방향 또는 아랫방향 확산	0.1
두꺼운 고체의 상부 확산	1.0~100
액체의 수평 확산	1.0~100

- 위 표를 참조하면 일반적인 고체 가연물 화재에서 직경 1m의 범위를 측방향으로 확산되기 위해서는 약 8분이 소요되는데, 일반적인 구획실 화재에서 플래시 오버에 도달하는 시간이 5분 내외인 점을 고려한다면 플래시오버 단계 등 구획실에서 충분히 성장하기 전에는 바닥에 광범위하게 화염이 확산되는 것은 매우 어렵다는 것을 알 수 있음.

■ 실외화재의 확산

- 건축물의 실외에서 발생하는 화재확산은 다음 그림과 같이 세 가지 원인에 의해 구분됨.
  - 인접 건물의 화재

- 건물 외벽(외장재) 바로 옆의 가열원에 의한 화재
- 외벽 개구부를 가지는 건축물 실내의 화재



[그림 4-6] 실외 화재의 확산 원인

- 건축물에서 발생한 화재로 인해 불티의 비산 및 복사열로 인해 인접건축물의 외장재에 착화하여 화재확산의 원인이 됨.
- 건물 외벽 바로 옆에서 화재가 발생하는 경우 외장재가 착화하면서 급격히 상승 확산하게 됨.
- 건축물의 내부에서 발생한 화재가 개구부를 통해 화염이 분출되어 외벽의 가연성 외장재에 착화 되었을 때, 상층부 또는 인접건물로의 화재확산의 위험이 있음.
- 실내에서 발생한 화재가 건물 내의 각 부분으로 ‘연소 확대’ 되어가는 경로는 일반적으로 다음과 같음.

#### 1) 창에서 상층으로의 연소 확대

- 개구부의 면적이 크고 외벽부분(내화구조부분)이 작은 건물에서는 외부로 경로로 한 상층 연소의 위험이 생김. 어떤 층에서 화재가 발생하면 그 열기에 의해 그 층의 창유리를 파괴하여 화염을 방출하게 됨.
- 분출한 화염은 상층의 창유리를 파괴해 상층 연소의 원인이 됨. 분출 화염은 처음에는 수평방향으로 나오지만 화염 자체의 부력에 의해 점점 위쪽으로 향함. 이 분출 화염의 궤도는 화재 규모, 개구부 형상, 위쪽 벽의 상태 등에 따라 변함. 개구부의 위가 연직 벽면일 경우, 화염은 일반적으로 연직면으로 끌어 당겨지는 성질을 갖고 있고, 그 끝이 당기는 정도는 개구부의 세로방향의 길이에 대한 가로 방향의 폭의 비율에 따라 정해짐.

## 2) 출입문 등의 개구부로부터 연소 확대

- 내화조 건물에서 대규모인 것인 건축 관계 법령에 따라 일정면적 이내마다 내화 구조의 바닥 및 벽에 의해서 수평 및 수직방향에 방화적으로 구획되어 있는 것이지만, 많은 화재 사례가 나타난 것처럼 이 방화구획은 출입구의 문 등의 개구부의 방호가 불충분했기 때문에 돌파됨.
- 그 부분에서 연소를 허용한 결과가 되고 있음. 따라서 방화구획에 설치한 개구부의 면적은 피난 상 지장이 없는 한 작은 쪽이 안전한 것이지만, 실제로는 커다란 개구로 되어 있는 경우가 많음.

## 3) 덕트류로부터의 연소 확대

- 최근의 내화조 건물은 냉·난방 등을 위해 공기조화설비를 준비하고 있으며, 그 때문에 덕트(duct)류가 건물 내를 종횡으로 지나고 있음. 따라서 실내에서 화재가 발생하면 연기와 함께 열기류가 이들의 급배기구에서 덕트 내를 통하여 다른 실과 복도 등에 불기 시작.
- 그 부근의 가연물에 연소하는 것 외에 덕트 내에 고여 있던 먼지 등에 불이 붙는 경우도 있으며, 또한 덕트와 덕트 스페이스의 보온(단열) 재료가 가연성인 경우에는 그것도 불이 붙게 됨.

## 4) 기타의 연소 확대

- 그 밖에 최근의 내화조 건물에 이용되는 외벽의 ‘커튼월식 공법’에서는, 바닥판의 단부와 외벽 면과의 접점 부근에 틈이 생기기 쉬워, 이것이 방화 상의 약점으로 되어 상층으로 연소한 예를 볼 수 있음. 그 관통구의 다시 묻는 공사가 완전히 행해지지 않았기 때문에 그 곳이 연소경로가 된 예도 많음.
- 이와 같은 시공 상의 결함은 천장 등의 마감공사가 완료된 후에는 발견하기 어려워 화재가 나야 비로소 생각나는 경우가 많기 때문에 세심한 주의와 양심적인 시공이 필요함.

## 7. 대형화재와 공장화재발생의 공통적 원인과 시사점

- 각 화재 사례에서 나타난 피해 확산 주요 요인은 ‘건축시설 환경 및 구조’, ‘화재 인지 지연’, ‘자체 초기 대응 미흡’, ‘소화설비 유무 여부’, ‘소방의 현장 대응이 곤란한 환경 여건’, ‘급격한 연소 확대’ 등 총 6가지의 큰 틀로 구분할 수 있음.
- 이러한 큰 틀에서 분류한 세부항목별 확대 요인을 분석한 결과, 대형화재에서 공통적으로 나타나고 있는 주요 요인들을 확인할 수 있는데, 이를 종합적으로 분석하여 보면, 2000년 이후 우리나라에서 발생한 대형화재의 ‘화재확산 방지 실패 및 피해 확대요인’ 중 가장 많이 차지하는 요인은 대상물 관계인의 자체 대응 미흡에 따른 대형화재 확산인 것으로 나타남.
- 이를 구체적으로 살펴보면 2000년부터 2015년까지 16년간 우리나라에서 발생한 대형화재 66건 중 59건(89.39%)에서 신고가 지체되었으며 50건(75.76%)의 화재에서 초기 진압에 실패하였거나 시도조차 되지 못함.
- 또한 56건(84.85%)의 대형화재 대상물에는 소화설비가 부재하였고 과다한 가연물 35건(53.03%), 단일 피난로 34건(51.52%), 가연성 건축자재 사용 23건(34.85%), 취침시간 27건(40.91%), 경보시설 부재가 25건(37.88%)등의 순으로 나타남.
- 이는 우리나라에서 나타나는 대형화재가 건축 구조와 인지 지연, 관계인의 자체 대응 미흡, 소화설비의 유무, 소방의 대응 곤란 환경, 급격한 연소 확대 등 복합적인 요인들이 중첩하여 발생하는 것으로 반복적이면서도 공통적인 요인들이 각 화재 사례에서 나타나고 있음을 보여줌.
- 특히 대형화재 사례의 세부 피해 확산 주요 요인으로 설정한 26개의 항목 중 5가지 미만의 복합적 요인이 나타난 화재는 총 사례 66건 중 4건에 불과하며, 해당 4건의 사례는 연기 흡입 등으로 인한 다수의 부상자가 발생하기는 하였으나 사망사고로 이어지지는 않았던 것으로 나타남.
- 이는 5가지 이상의 복합적인 문제 요인이 있을 경우 사망자 발생과의 상관성이 매우 높다는 점을 보여주고 있음. 따라서 세부적인 항목 중 가장 많은 빈도를 보이는 신고 지체(59건), 자체 초기 진압 실패 또는 미시도(50건), 소화설비 부재(56건), 가연성 자재 밀집 사용 등 주요 피해 확산 요인을 우선적으로 해소할 수 있는 대책을 마련해야 함.
- 또한, 실질적 대형화재의 확대·발전 요인을 사전에 방지하기 위한 예방적 방법으로 공장건축물의 마감재의 구조적 개선과 법 개선을 통한 보완이 필요함을 시사함.

## V. 인천광역시 서구 공장밀집지역 화재위험도 분석

### 1. 인천광역시 서구 공장밀집지역 현장조사 및 결과분석

#### 1) 조사개요

- 인천광역시 서구 관내 공장 밀집지역을 대상으로 2019. 10. 1.~2019. 10. 22.까지 약 20일 간의 표준화된 점검체크리스트를 이용하여 건물 인접 동 간 이격 거리와 방화구획에 관한 조사를 실시함.

[표 5-1] 조사 개요

분류	내용
조사내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공장입지조건 및 건물구조</li> <li>• 지구단위계획</li> <li>• 방화구획 및 마감재 사용여부</li> </ul>
조사대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서구 관내 14개 공장밀집지역</li> </ul>
조사방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 표준화된 체크리스트를 이용한 대인 면접조사(Face to Face Interview)</li> </ul>
조사 시기	2019. 10. 1 ~ 2019. 10. 22 (20일)
대상단지 선정기준	2018. 9. 7 인천 서구청 관내(북향로 45번길 대한SP 등) 14개 공장밀집지역 내 철골조 샌드위치 판넬구조 사용 공장건축물 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 공장구조가 철골조 샌드위치 패널 마감재 사용</li> <li>• 공장건축물간 간격 1.5m 이내 건물밀집지역</li> <li>• 동일조건 또는 유사조건인 화재위험성이 높은 서구관내산업단지</li> </ul>
조사(점검) 체크리스트	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 공장명과 공장특징</li> <li>2) 주소</li> <li>3) 면적</li> <li>4) 생산품</li> <li>5) 위험물취급여부</li> <li>6) 소방시설설비여부</li> <li>7) 도로접근성과 내부마감재건축구조</li> <li>8) 인접 동간의 구획 이격 거리</li> </ol>



[그림 5-1] 서구 공장 밀집지역 조사대상 위치도

[표 5-2] 서구 공장 밀집지역 특징

연번	위치	특징	지구지정내역
1	검단일반산업단지	지방 산업단지	일반 공업단지
2	오류동 434번지 일원	오류동 목재단지로 불리나, 현재는 다양한 업종의 공장, 폐기물처리시설, 창고 등이 밀집 대표적 난개발 장소임	자연녹지지역
3	왕길동 64번지 일원	최근 조성된 지역으로 소규모 제조업소 밀집	자연녹지지역
4	사월마을 및 백석동 일원	사월마을 일원은 소규모 제조업소가 불규칙적으로 난개발 되어 있으며, 금곡동 및 왕길동 등 검단지역의 낙후된 제조업소 밀집 지역을 대표하여 선정 백석동 일원은 최근 조성된 지역으로 소규모 제조업소 밀집	자연녹지지역
5	서부산업단지	지방 산업단지, 주물공장 밀집	일반 공업단지
6	경인실업 일원	소규모 공장 밀집	일반 공업단지
7	동양레미콘 일원	소규모 공장 밀집(원창동 382-75번지도 화재 발생하여 인접 건물로 확산)	일반 공업단지
8	북항 일원	최근 조성된 공업지역으로 목재,철재 공장 위주로 조성(석남동 대한SP 위치)	일반 공업단지
9	SK인천석유화학 남측 일원	소규모 공장 밀집	일반 공업단지
10	인천테크피아 일원	소규모 공장 밀집	일반 공업단지
11	가좌동 173번지 일원	소규모 공장 밀집	일반 공업단지
12	인천도시가스 일원	소규모 공장 밀집	일반 공업단지
13	엠파크 일원	대형 공장과 중,소규모 공장 혼재	일반 공업단지
14	주안 산단 및 백범로 일원	대형 공장, 최근 지식산업센터 대거 입지 및 중,소규모 공장 혼재 국가산업단지	일반 공업단지
특징	국가 및 지방 산업단지로 대다수 공장이 소규모 밀집된 형태로 지구지정 또한 자연 녹지지역과 일반 공업단지로 오래된 건축물과 건물 간 인동간격이 1.5m 이내로 붙어있어 화재 시 연소 확산에 따른 위험지역으로 특별관리가 요구됨.		

## 2) 서구 공장밀집지역 입지특성과 위험물점검결과분석

[표 5-3] 산업단지별 실사결과 및 특징-1

연번	위치	공장별 특징					
		연번	공장명	주소	면적	주요생산품	위험물취급
1	검단일반 산업단지	1	대운셀테크	보듬1로 27	1,678.00	주물공장	X
		2	메사텍	누리1로 13	971.08	철골제작업체	X
		3	성암기연1공장	보듬3로 14	2,432.35	자동차 금형 프레스 공장	X
		4	(주)세영	마중로 85	1,335.09	복합업	X
		5	(주)세화기연	보듬3로 15	4,927.36	사출생산 공장	X
2	오류동 434번지 일원	1	(주)까사코리아	오류동 434-102	1,731.95	가구공장	X
		2	(주)비케이통상	오류동 434-117	491.09	복합업	X
		3	(주)영인정공	오류동 434-524	581.40	복합업	X
		4	(주)카라신	오류동 434-116	2,557.00	금속케이스 제조	X
		5	(주)코스앤바이오	오류동 434-122	1,014.00	재활용 업체	X
3	왕길동 64번지 일원	1	더플라스틱	왕길동 64-183	1,552.01	플라스틱	X
		2	안영주건물 1(공장)	왕길동 64-57	494.00	전기패널 생산	X
		3	안영주건물 2(공장)	왕길동 64-264	460.00	전기패널 생산	X
		4	(주)엠타임텍	왕길동 64-345	420.00	복합업	X
		5	(주)득영테크	왕길동 64-263	428.00	복합업	X
4	사월마을 및 백석동 일원	1	(주)가양	백석동 95-2	747.96	공항 기내식 제조	X
5	서부산업 단지	1	신한메탈	사렘로 53번길 4	3,330.39	금속가공	X
		2	일신이엔지	사렘로 31번길 24	1,549.00	가공공장	X
		3	제물포금속 2공장	사렘로 31번길 2	1,753.23	금속가공업	X
		4	성신크래프트	사렘로 65번길 30	1,590.30	금속가공업	X
		5	도림주철관 2공장	원전로 69번길 4	5,879.66	금속가공업	X

연번	위치	공장별 특징					
		연번	공장명	주소	면적	주요생산품	위험물취급
6	경인실업 일원	1	광민라이팅	원창동 20-3	5,060.00	조명제조공장	제4류
		2	대승테크	원창동 21-47	633.90	복합업	X
		3	대원비앤에프	원창동 21-38	896.80	이불제조	X
		4	태산금속	원창동 21-2	1,039.50	금속가공업	X
		5	한솔푸드	원창동 21-44	461.44	식자재가공업	X
7	동양 레미콘 일원	1	(주)금호글로벌	원창동 382-62	977.05	금속제작	X
		2	세화엔스텍	원창동 382-11	985.96	금속가공업	X
		3	남일 엔지니어링	원창동 382-32	589.94	금속가공업	X
		4	농우식품	원창동 382-50	819.00	식자재가공업	X
		5	대교종합목재	원창동 382-82	438.20	목재	X
8	북항 일원	1	덕명목재	원창동 390-20	714.34	목재 작업장	X
		2	대현목재 방부산업	원창동 390-19	740.63	가공공장	X
		3	동오목재	원창동 390-24	740.63	가공공장	X
		4	대선보드	원창동 390-2 외 1필지	3,398.01	목재가공	X
		5	삼원이앤지	원창동 390-30	3,396.98	제조공장	X
9	SK석유 화학 남측일원	1	(주)광덕산업2	석남동 223-717	1,036.08	목재가공	X
		2	(주)그린앤틱	석남동 223-274	751.24	제조공장	X
		3	(주)나산건업	석남동 223-630	2,461.80	알루미늄 세시 제조공장	X
		4	(주)대유	석남동 223-523	524.49	복합업	X
		5	(주)동우 종합유통	석남동 223-806	334.75	유통업	X
10	인천 테크피아	1	석산업	석남동 223-1	527.00	제조공장	X

제5장 인천광역시 서구 공장밀집지역 화재위험도 분석

연번	위치	공장별 특징					
		연번	공장명	주소	면적	주요생산품	위험물취급
	일원	2	세안산업	석남동 223-14	10,396.04	가스제조시설	X
		3	이화산업	석남동 223-1	23,085.48	제조공장	X
		4	치크리트	석남동 223-27	1,699.62	제조공장	X
		5	혜수산업	석남동 223-15	755.69	제조공장	X
11	가좌동 173번지 일원	1	대호모터스	가좌동 173-108	1,189.22	기계가공	X
		2	이레산업	가좌동 173-523	435.50	금속수저 제조	X
		3	(주)고려계전	가좌동 173-564	1,608.32	전기부품	X
		4	(주)동주 에프에이	가좌동 173-647	644.48	금속가공	X
		5	(주)디아이 씨키드	가좌동 173-68	735.12	금속가공	X
12	인천 도시가스 일원	1	(주)네일에이스	가좌동 178-330	1,172.71	제조공장	X
		2	(주)미주산업	가좌동 178-340	651.66	가공공장	X
		3	(주)유한이엘피	가좌동 178-256	1,038.85	금속가공	X
		4	CDT(첨단 기술산업)	가좌동 178-356	790.66	가공공장	X
		5	HD세미테크	가좌동 178-315	796.50	금속가공	X
13	엠파크 일원	1	SF웍미리	가좌동 178-112	9,662.40	금속가공	제4류
		2	가좌 중소기업형 공장	가좌동 178-111 .217	7,399.19	제조공장	X
		3	거성산업	가좌동 178-138	2,229.04	미상	X
		4	기주산업2 공장 경인전자	가좌동 178-168	2,016.72	금속가공	X
		5	대덕케미칼	가좌동 178-145	597.78	전자제조	X
14	주안산단 및 백범로	1	(주)큐플러스	가좌동 552-25	8,678.50	도금업체	알코올류, 제1~3석유류
		2	이석재건물	가좌동	8,143.14	석재가공	제4류

연번	위치	공장별 특징					
		연번	공장명	주소	면적	주요생산품	위험물취급
	일원			552-26 가좌동			
3		(주)리팩	552-27 가좌동	17,671.63	도금가공	X	
4		티엔케이	552-31 가좌동	2,335.50	제조공장	X	
5		맥스메이트 2공장	552-33 가좌동	3,332.78	금속가공	X	

[표 5-4] 산업단지별 실사결과 및 특징-2

위치	공장명	소방시설				
		소화설비	경보설비	피난시설	소화용수설비	소화활동설비
검단일반 산업단지	대운셀테크	수동식소화기	자동화재 탐지설비	유도등	X	X
	메사텍	수동식소화기	비상경보설비	완강기, 유도등	X	X
	성암기연1 공장	수동식소화기 , 옥내소화전	자동화재 탐지설비	유도등	X	X
	(주)세영	수동식소화기	자동화재 탐지설비	완강기, 피난교, 유도등	X	X
	(주)세화기연	수동식소화기	비상경보설비 , 유도등	X	X	X
오류동 434번지 일원	(주)까사코리아	수동식소화기 , 옥내소화전	자동화재 탐지설비	유도등, 유도표지	X	X
	(주)비케이통상	수동식소화기	X	X	X	X
	(주)영인정공	수동식소화기	비상경보설비	유도등	X	X
	(주)카라신	수동식소화기	비상경보설비 , 자동화재 탐지설비	유도등	X	연결 살수설비
	(주)코스앤 바이오	수동식소화기	자동화재 탐지설비	완강기, 유도등, 유도표지	X	X
왕길동 64번지 일원	더플라스틱	수동식소화기	X	X	X	X
	안영주건물 1(공장)	수동식소화기	비상경보설 비, 유도등	X	X	X
	안영주건물 2(공장)	수동식소화기	비상경보설 비, 유도등	X	X	X
	(주)엠타임텍	수동식소화기	비상경보설 비, 유도등	X	X	X
	(주)득영테크	분말소화기	비상경보설 비, 유도등	X	X	X
사월마을	(주)가양	수동식소화기	비상경보설비	X	X	X

제5장 인천광역시 서구 공장밀집지역 화재위험도 분석

위치	공장명	소방시설				
		소화설비	경보설비	피난시설	소화용수설비	소화활동설비
및 백석동 일원						
서부 산업단지	신한메탈	수동식소화기 , 옥내소화전	X	완강기, 유도등	X	X
	일신이엔지	수동식소화기 , 옥내소화전	자동화재 탐지설비	유도등, 유도표지	X	X
	제물포금속 2공장	수동식소화기, 간이소화용구, 옥내소화전	자동화재 탐지설비	유도등, 유도표지	X	X
	성신크래프트 도림주철관 2공장	수동식소화기	X	X	X	X
	수동식소화기	X	X	X	X	
경인산업 일원	광민라이팅	수동식소화기 , 스프링클러, 옥내소화전	비상경보설 비, 자동화재 탐지설비	완강기, 유도등, 비상조명등	상수도소화 용수	연결송수관
	대승테크	수동식소화기	비상경보설비	유도등	X	X
	대원비엔에프	수동식소화기	비상경보설비	유도등	X	X
	태산금속	수동식소화기	비상경보설 비, 자동화재 탐지설비	유도등	X	X
	한솔푸드	수동식소화기	비상경보설비	유도등	X	X
동양레미콘 일원	(주)금호글로벌	수동식소화기	비상경보설비	완강기, 유도등	X	X
	세화엔스텍 남일 엔지니어링	수동식소화기	비상경보설비	유도표지	X	X
	수동식소화기	X	X	X	X	
	농우식품	수동식소화기	X	X	X	X
	대교종합목재	수동식소화기	X	X	X	X
북항 일원	덕명목재	수동식소화기	비상경보설비	X	X	X
	대현목재방 부산업	수동식소화기, 자동식소화기	비상경보설비	완강기, 비상조명등	X	X
	동오목재	수동식소화기	비상경보설비	완강기, 유도등	X	X
	대선보드	수동식소화기	X	유도등	X	X
	삼원이엔지	수동식소화기 , 옥내소화전, 이산화탄소소 화설비	자동화재 탐지설비	유도등, 비상조명등	X	X
SK석유화학 남측일원	(주)광덕산업2	수동식소화기 , 옥내소화전, 이산화탄소소 화설비	자동화재 탐지설비	유도등, 비상조명등	X	X
	(주)그린앤틱	수동식소화기	비상경보설비	유도등	X	X
	(주)나산건업	수동식소화기	비상경보설비	유도등	X	X

위치	공장명	소방시설				
		소화설비	경보설비	피난시설	소화용수설비	소화활동설비
인천 테크피아 일원	(주)대유	수동식소화기	X	X	X	X
	(주)동우 종합유통	수동식소화기	비상경보설비	유도등	X	X
	석산업	수동식소화기	X	X	X	X
	세안산업	수동식소화기, 자동식소화기, 옥내소화전, 스프링클러	비상경보설비, 비상방송설비, 자동화재 탐지설비, 자동화재 속보설비	유도등, 유도표지	X	X
	이화산업	수동식소화기	비상방송설비, 자동화재 탐지설비	유도등	X	X
	치크리트	수동식소화기	자동화재 탐지설비	유도등	X	X
가좌동 173번지 일원	해수산업	수동식소화기	X	X	X	X
	대호모터스	수동식소화기	X	X	X	X
	이레산업	수동식소화기	비상경보설비	유도등	X	X
	(주)고려계전	수동식소화기	자동화재 탐지설비	유도등	X	X
	(주)동주 에프에이	수동식소화기	비상경보설비	유도등	X	X
(주)디아이 씨키드	수동식소화기	X	X	X	X	
인천 도시가스 일원	(주)네일에이스	수동식소화 기, 자동학산 소화용구	자동화재 탐지설비	완강기, 인명구조기 구, 유도등, 유도표지	X	X
	(주)미주산업	수동식소화기	비상경보설비	X	X	X
	(주)유한이엘피	수동식소화기	자동화재 탐지설비	유도표지	X	X
	CDT(첨단 기술산업)	수동식소화기	비상경보설비	X	X	X
	HD세미테크	수동식소화기	X	X	X	X
엠파크 일원	SF훼미리	수동식소화기 , 옥내소화전, 스프링클러	비상방송설비, 자동화재 탐지설비, 가스누설경 보기	유도등, 유도표지	저수조	X
	가좌 중소기업형 공장	수동식소화기 , 옥내소화전	비상경보설비, 자동화재 탐지설비	X	X	X
	거성산업	수동식소화기	자동화재	유도등	X	X

제5장 인천광역시 서구 공장밀집지역 화재위험도 분석

위치	공장명	소방시설				
		소화설비	경보설비	피난시설	소화용수설비	소화활동설비
	기주산업2 공장 경인전자	수동식소화기 , 옥내소화전	자동화재 탐지설비	유도등	X	X
	대덕케미칼	수동식소화기	X	X	X	X
	(주)큐플러스	수동식소화기 , 옥내소화전, 포소화설비	비상방송설비, 자동화재 탐지설비, 시각경보기, 가스누설경 보기	완강기, 유도등	X	X
주안산단 및 백범로 일원	이석재건물	수동식소화기 , 옥내소화전	비상경보설비, 자동화재 탐지설비, 가스누설경 보기	완강기, 유도등, 유도표지, 비상조명등	X	X
	(주)리팩	수동식소화기 , 옥내소화전, 옥외소화전	비상방송설비, 자동화재 탐지설비	X	X	X
	티엔케이	수동식소화기 , 옥내소화전	자동화재 탐지설비	유도등	X	X
	맥스메이트 2공장	수동식소화기 , 옥내소화전	비상방송설비, 자동화재 탐지설비, 유도표지	X	X	X

3) 시사점

- 인천광역시 서구청 관내 공장밀집지역 14개 중 일반공업지역이 11개 단지이며, 자연녹지지역이 3개로 공장밀집에 따른 화재경계지구로 지정된 곳은 없음.
- 점검결과 산업단지별 공장업종이 특정위험물 취급은 없고 다양한 제조생산업이 밀집되었으며 건축법에 의한 건물 간 이격 거리는 1.5m 이내로 벽체 또한 마감재가 샌드위치 판넬 구조에 면적 또한 400㎡에서부터 10,000㎡에 이르기까지 다양한 형태를 나타냄.
- 특히 소방법에서 정한 소방시설은 대다수 법 규정에 의해 잘 갖추고 있는 점이 특징으로 나타남.

## 2. 공장 내 소방시설 현황분석

### 1) 공장 업종별 분류

- 서구 공장 밀집지역의 14개 지역별 특징과 화재위험도 분석을 위해 지역별로 5곳씩 공장을 선정하여 자료 수집 실시
- 공장 특징, 공장간 건물 이격 거리, 건물 간 밀집 여부, 소방시설 현황을 중심으로 구분하여 조사

[표 5-5] 공장 특징

	구분	분류	빈도	%
주요생산품(업종)	가공공장	가공	5	7.6
	가구공장	제조	1	1.5
	가스제조시설	제조	1	1.5
	공항 기내식 제조	제조	1	1.5
	금속수저 제조	제조	1	1.5
	금속제작	제조	1	1.5
	금속케이스 제조	제조	1	1.5
	도금업체	가공	1	1.5
	목재	가공	1	1.5
	목재 작업장	가공	1	1.5
	목재가공	가공	2	3.0
	금속가공	가공	32	48.5
	사출생산 공장	제조	1	1.5
	알루미늄 새시 제조공장	제조	1	1.5
	이불제조	제조	1	1.5
	자동차 금형 프레스 공장	제조	1	1.5
	재활용 업체	가공	1	1.5
	전기패널 생산	가공	2	3.0
	제조공장	제조	7	10.6
	조명제조공장	제조	1	1.5
	주물공장	제조	1	1.5
	철골제작업체	제조	1	1.5
폐기물처리	가공	1	1.5	
계			66	100.0
위험물취급	알코올류, 제1~3석유류	가공	1	1.5
	제4류	가공	3	4.5
	기타 위험물	가공	62	93.9
계			66	100.0

## 제5장 인천광역시 서구 공장밀집지역 화재위험도 분석

- 조사대상의 면적은 평균 2,568.4567㎡임
- 주요생산품(업종)의 경우 복합 업종의 금속가공인 경우가 48.5%로 가장 많았고, 그 외에는 제조공장과 가공공장이 각각 10.6%, 7.6%를 차지함
- 위험물은 보유하지 않는 경우가 93.9%로 대부분이었으며, 위험물을 보유하고 있는 경우 제4류 위험물질을 많이 보유하고 있음

### 2) 산업단지별 면적과 주요 생산품 현황

[표 5-6] 지역별 공장 특징

위치	면적(㎡)	주요생산품	위험물취급여부
검단일반산업단지	2,268.78	주물공장, 철골제작업체, 자동차 금형 프레스 공장, 사출생산 공장 등	X
오류동 434번지 일원	1,275.09	가구공장, 금속케이스 제조, 재활용 업체 등	X
왕길동 64번지 일원	670.80	전기패널 생산 등	X
사월마을 및 백석동 일원	747.96	가공공장	X
서부산업단지	2,820.52	주물단지	X
경인실업 일원	1,618.33	조명제조공장, 이불제조 등	제4류
동양레미콘 일원	762.03	금속제작, 목재 등	X
북항 일원	1,798.12	목재 작업장, 가공공장, 목재가공, 제조공장 등	X
SK인천석유화학 남측 일원	1,021.67	목재가공, 제조공장, 알루미늄 세시 제조공장 등	X
인천테크피아 일원	7,292.77	가스제조시설, 제조공장 등	X
가좌동 173번지 일원	922.53	금속수저 제조 등	X
인천도시가스 일원	890.08	제조공장, 가공공장 등	X
엠파크 일원	4,381.03	제조공장, 폐기물처리 등	제4류
주안산단 및 백범로 일원	8,032.31	도금업체, 제조공장 등	알코올류, 제1~3석유류, 제4류

- 왕길동 64번지 일원, 사월마을 및 백석동 일원의 공장 면적은 좁은 반면, 인천 테크피아 일원, 주안 산단 및 백범로 일원은 공장의 면적이 넓음
- 검단일반산업단지는 지방 산업단지로 주물공장, 철골제작업체, 자동차 금형 프레스 공장, 사출생산 공장 등이 위치함
- 오류동 434번지 일원은 오류동 목재단지로 불리나, 현재는 가구공장, 금속케이스 제조, 재활용 업체 등 다양한 업종이 밀집
- 왕길동 64번지 일원은 최근 조성된 지역으로 전기패널 생산 등의 공장이 밀집.
- 사월마을 및 백석동 일원은 난개발로 낙후된 지역이 많으며 가공공장 등이 밀집.
- 서부산업단지는 지방 산업단지로 주물공장 등이 밀집.
- 경인실업 일원은 조명제조공장, 이불제조 등의 공장이 위치함.
- 동양레미콘 일원은 금속제작, 목재 등의 소규모 공장이 위치함.
- 북항 일원은 최근 조성된 공업지역으로 목재 작업장, 가공공장, 목재가공, 제조공장 등이 위치함.
- SK인천석유화학 남측 일원은 목재가공, 제조공장, 알루미늄 새시 제조공장 등의 소규모 공장 밀집.
- 인천 테크피아 일원은 가스제조시설, 제조공장 등의 소규모 공장 밀집.
- 가좌동 173번지 일원은 금속수저 제조 등의 소규모 공장 밀집.
- 인천도시가스 일원은 제조공장, 가공공장 등의 소규모 공장 밀집.
- 엠파크 일원은 제조공장, 폐기물처리 등의 공장이 밀집.
- 주안 산단 및 백범로 일원은 도금업체, 제조공장 등이 밀집.
- 위험물은 대부분의 지역에서 취급하지 않았으나 경인실업 일원과 엠파크 일원에서 제4류, 주안 산단 및 백범로 일원에서 알코올류, 제1~3석유류, 제4류의 위험물을 취급하는 공장이 있음.

## 3) 공장건물의 소방시설 현황

[표 5-7] 소방시설 현황

구분		빈도	%
소화설비	분말소화기	1	1.1
	수동식소화기	65	69.1
	간이소화용구	1	1.1
	스프링클러	3	3.2
	옥내소화전	17	18.1
	자동식소화기	2	2.1
	자동확산소화용구	1	1.1
	옥외소화전	1	1.1
	이산화탄소소화설비	2	2.1
	포소화설비	1	1.1
계	94	100.0	
경보설비	비상경보설비	29	39.7
	비상방송설비	6	8.2
	자동화재탐지설비	27	37.0
	유도등	5	6.8
	가스누설경보기	3	4.1
	시각경보기	1	1.4
	유도표지	1	1.4
	자동화재속보설비	1	1.4
계	73	100.0	
피난시설	완강기	11	16.9
	유도등	37	56.9
	유도표지	10	15.4
	비상조명등	5	7.7
	인명구조기구	1	1.5
	피난교	1	1.5
계	65	100.0	
소화용수설비	상수도소화용수	1	50
	저수조	1	50
계	2	100.0	
소화활동설비	연결살수설비	1	50
	연결송수관	1	50
계	2	100.0	

- 소화설비의 경우 수동식소화기와 옥내소화전을 각각 69.1%, 18.1%로 보유
- 경보설비의 경우 비상경보설비와 자동화재 탐지설비를 각각 39.7%, 37.0%로 보유
- 피난시설의 경우 유도등과 완강기를 각각 56.9%, 16.9%로 보유
- 소화설비(94), 경보설비(73), 피난시설(65)의 순으로 보유도가 낮아짐
- 소화용수설비와 소화활동설비는 대부분의 공장에서 보유하고 있지 않음

#### 4) 산업단지별 소화설비보유현황

[표 5-8] 지역별 소화설비

위치	분말 소화기	수동식 소화기	간이소 화용구	스프링 클러	옥내 소화전	자동식 소화기	자동확 산소화 용구	옥외소 화전	이산화 탄소소 화설비	포소화 설비
검단	X	5	X	X	1	X	X	X	X	X
오류동	X	5	X	X	1	X	X	X	X	X
왕길동	1	4	X	X	X	X	X	X	X	X
백석동	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X
서부	X	5	1	X	3	X	X	X	X	X
경인 실업	X	5	X	1	1	X	X	X	X	X
동양 레미콘	X	5	X	X	X	X	X	X	X	X
북항	X	5	X	X	1	1	X	X	1	X
SK 인천석 유화학	X	5	X	X	1	X	X	X	1	X
인천테 크피아	X	5	X	1	1	1	X	X	X	X
가좌동	X	5	X	X	X	X	X	X	X	X
인천도 시가스	X	5	X	X	X	X	1	X	X	X
엠파크	X	5	X	1	3	X	X	X	X	X
주안 산단	X	5	X	X	5	X	X	1	X	1

- 모든 공장에서 소화설비를 1개 이상 보유.
- 소화설비 중 대부분의 공장에서 수동식소화기 보유.
- 서부산업단지, 엠파크 일원, 주안 산단 및 백범로 일원에서는 옥내 소화전 또한 상당 보유.
- 왕길동 64번지 일원에는 분말소화기, 서부산업단지에는 간이소화용구, 인천도시 가스일원에는 자동확산 소화용구, 주안 산단 및 백범로 일원에는 옥외소화전과 포소화설비를 유일하게 보유.

## 5) 산업단지별 경보설비현황

[표 5-9] 지역별 경보설비

위치	비상경보 설비	비상방송 설비	자동화재 탐지설비	유도등	가스누설 경보기	시각 경보기	유도표지	자동화재 속보설비
검단	2	X	3	1	X	X	X	X
오류동	2	X	3	X	X	X	X	X
왕길동	4	X	X	4	X	X	X	X
백석동	1	X	X	X	X	X	X	X
서부	X	X	2	X	X	X	X	X
경인 실업	5	X	2	X	X	X	X	X
동양 레미콘	2	X	X	X	X	X	X	X
북항	3	X	1	X	X	X	X	X
SK인천 석유화학	3	X	1	X	X	X	X	X
인천 테크피아	1	2	3	X	X	X	X	1
가좌동	2	X	1	X	X	X	X	X
인천 도시가스	2	X	2	X	X	X	X	X
엠파크	1	1	4	X	1	X	X	X
주안 산단	1	3	5	X	2	1	1	X

- 서부산업단지, 동양레미콘 일원에서는 경보설비를 보유하지 않은 공장 다수.
- 많은 공장에서 경보설비로 비상경보설비, 자동화재 탐지설비 보유.
- 왕길동 64번지 일원에는 유도등 다수 보유.
- 주안 산단 및 백범로 일원에는 시각경보기와 유도표지, 인천 테크피아 일원에는 자동화재 속보설비를 유일하게 보유.
- 주안 산단 및 백범로 일원은 비교적 한 공장에서 다양한 경보설비 보유.

## 6) 산업단지별 피난시설 현황

[표 5-10] 지역별 피난시설

위치	완강기	유도등	유도표지	비상조명등	인명구조기구	피난교
검단	2	4	X	X	X	1
오류동	1	4	2	X	X	X
왕길동	X	X	X	X	X	X
백석동	X	X	X	X	X	X
서부	1	3	2	X	X	X
경인실업	1	5	X	1	X	X
동양레미콘	1	1	1	X	X	X
북항	2	3	X	2	X	X
SK인천석유 화학	X	4	X	1	X	X
인천 테크피아	X	3	1	X	X	X
가좌동	X	3	X	X	X	X
인천 도시가스	1	1	2	X	1	X
엠파크	X	3	1	X	X	X
주안 산단	2	3	1	1	X	X

- 왕길동 64번지 일원, 사월마을 및 백석동 일원에서는 피난시설을 전혀 구비하지 않은 반면 경인실업 일원은 모든 공장에 피난시설 구비.
- 인천도시가스 일원에는 인명구조기구, 검단일반산업단지에는 피난교를 유일하게 보유.
- 소화용수설비는 경인실업 일원에 상수도소화용수, 엠파크 일원에 저수조를 각각 1곳씩 보유하고 있을 뿐 대부분의 공장에서 미비.
- 소화활동설비 또한 오류동 434번지 일원에 연결 살수설비, 경인실업 일원에 연결송수관을 각각 1곳씩 보유하고 있을 뿐 대부분의 공장은 미비.
- 경인실업 일원이 전반적으로 소방시설을 잘 갖추고 있음.

3. 산업단지별 공장밀집도와 건물배치도 점검결과

1) 검단일반산업단지

단지개요	지방 산업단지	
점검결과특징	양촌 산업단지 소로 8m 도로 대로 6차선 입지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 붙어있는 건물의 이격 거리 1.5m 이내임</li> <li>• 방화구획 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
		

2) 오류동 434번지 일원

단지개요	오류동 목재단지로 불리나, 현재는 다양한 업종의 공장, 폐기물처리시설, 창고 등이 밀집	
점검결과특징	5m도로 간이천막노천다수 노천창고 확장사용(모든 공장)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 붙어있는 건물 간 이격 거리 1.5m 이내임</li> <li>• 방화구획 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
		

3) 왕길동 64번지 일원

단지개요	최근 조성된 지역으로 소규모 제조업소 밀집	
점검결과특징	8m도로 샌드위치 판넬 인접천막가건물다수 확장사용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
		

4) 사월마을 및 백석동 일원

단지개요	사월마을 일원은 소규모 제조업소가 불규칙적으로 난개발 되어 있으며, 금곡동 및 왕길동 등 검단지역의 낙후된 제조업소 밀집 지역을 대표하여 선정 백석동 일원은 최근 조성된 지역으로 소규모 제조업소 밀집	
점검결과특징	구도로 1차선도로 4m 소방차 진입 어려움	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> <li>• 불법 확장건물 다소존재</li> </ul>
		

5) 서부산업단지

단지개요	지방 산업단지, 주물공장 밀집	
점검결과특징	(경서동) 10m도로 공장샌드위치 판넬 구조 공장밀집1m간격	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
		

6) 경인실업 일원

단지개요	소규모 공장 밀집	
점검결과특징	10m도로양쪽 샌드위치 판넬 구조 1m간격 11개 건물배치(밀집) 3층 구조 1층 공장2.3층 진입도로 일 방향 막혔음 1m 간격 50개동 밀집	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
		

7) 동양레미콘 일원

단지개요	소규모 공장 밀집(원창동 382-75번지도 화재 발생하여 인접 건물로 확산)	
점검결과특징	(주)해동 대양철강 조립식 샌드위치 판넬 다층구조복합공장오피스 10m도로 1.5m 이내 건물 간 30여 공장 밀집 진출입일방도로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
		

8) 북항 일원

단지개요	최근 조성된 공업지역으로 목재.철재 공장 위주로 조성(석남동 대한SP 위치)	
점검결과특징	북항 배후단지 양쪽 40개 건물 12m 도로 120여개 목재단지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
		

9) SK인천석유화학 남측 일원

단지개요	소규모 공장 밀집	
점검결과특징	다중밀집복합공장 8m도로 각1m간격건물밀집 조립식샌드위치100여 공장	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> <li>• 붙어있는 건물 간 인동거리 1.5m 이내임.</li> </ul>
		
		

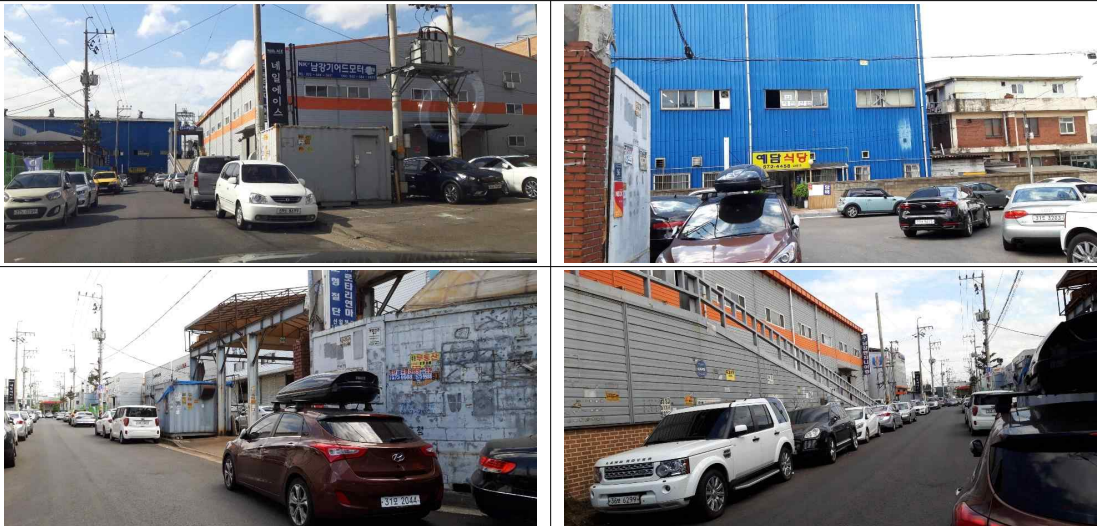
10) 인천 테크피아 일원

단지개요	소규모 공장 밀집	
점검결과특징	4m도로 공장 샌드위치 판넬 조립식밀집 오피스텔밀집 공장형사무실 1.5m 이내 붙여져 건축	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
		
		

11) 가좌동 173번지 일원

단지개요	소규모 공장 밀집	
점검결과특징	빌딩형 공장 4차선도로 조립식 샌드위치 판넬 1층 공장 2.3층 사무실 건물 간 간격이 1.5m 이내 200여개공장 복합 산업입지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
		

12) 인천도시가스 일원

단지개요	소규모 공장 밀집	
점검결과특징	8m도로 샌드위치 판넬 복합공장 입주	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
		

13) 엠파크 일원

단지개요	대형 공장과 중.소규모 공장 혼재
점검결과특징	12m도로 인천도시가스입구 샌드위치 판넬 복합 산업입지 1.5m 간격 건물배치 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
	

14) 주안 산단 및 백범로 일원

단지개요	대형 공장, 지식산업센터 및 중.소규모 공장 혼재
점검결과특징	4차선도로변입지 건물 간 이격 거리 충분하나 샌드위치건물에 한해 1.5m간격으로 입지 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 건물 이격 거리 : 1.5m 이내</li> <li>• 방화구획 : 별도 없음</li> <li>• 벽체 마감재 : 샌드위치 판넬</li> </ul>
	

#### 4. 분석결과와 위험도 및 시사점

##### 1) 문제점


이상의 14개 산업단지별 점검결과 시사점을 종합하면 다음과 같음.

- 전체 14개 산업단지별 화재 시 접근이나 내부 위험물 등에 따른 위험도나 소방 시설 미비에 따른 문제는 없음.
- 단 14개 단지 공통으로 건물과 건물사이 간격이 1m~1.5m 이내로 붙어있어 화재발생시 인근확산의 원인이 됨. 이는 특히 대다수 건축물이 화재 시 건물사이로 소방관이 진압을 위해 들어갈 수 없는 구조로 좁아 소화활동이 이루어질 수 없고 2018년 서구 북항로 45번길 대한SP 화재 시 붙어있는 건물 11개 동이 빠르게 확산되었듯이 건물외벽 간 인동거리 협소로(11동 모두 1.5m 이내) 연소 확대 원인이 됨.
- 현재 건축물간 이격 거리를 적용하는 규정은 공동주택기준밖에 없으며 이 또한 공동주택의 소음, 일조권 등의 생활환경 보호측면에서 설정된 기준임.
  - 건축선으로부터 건축물까지 띄어야 하는 거리(표 5-11 참조)
    - 공장, 산업단지 내 건축물간 간격에 대한 세부 이격기준의 규정이 현재는 없는 상태임
- 최근에 개설된 단지는 대로변 도시구획이 잘돼있어 접근성이 12m 이상 도로확보 및 개설로 소방차 진입이나 화재 시 접근의 어려움은 없음.
- 그러나 기존 오래된 산업단지의 경우 재개발이 안 된 상태에서 일부 불법변형에 따른 난개발과 진입로 불법 주정차 문제로 초기화재시 진화의 어려움 예상과 공장부품, 자재 등의 대량 적재 등으로 초기 진압실패 시 인동건물의 1.5m인접으로 확산의 원인이 되고 있음.

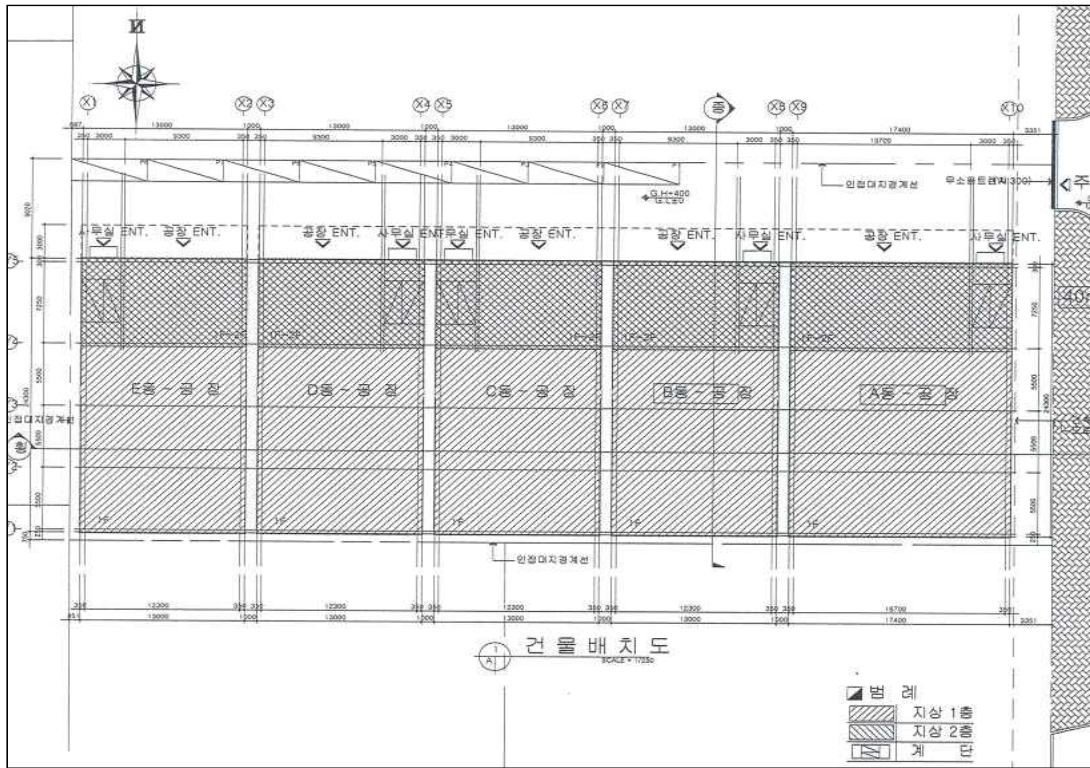
[표 5-11] 대지의 공지 기준

대상 건축물	건축조례에서 정하는 건축기준
가. 해당 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 500제곱미터 이상인 공장(전용공업지역, 일반 공업지역 또는 「산업입지 및 개발에 관한 법률」에 따른 산업단지에 건축하는 공장은 제외한다)으로서 건축조례로 정하는 건축물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 준공업지역: 1.5미터 이상 6미터 이하</li> <li>• 준공업지역 외의 지역: 3미터 이상 6미터 이하</li> </ul>
나. 해당 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 500제곱미터 이상인 창고(전용공업지역, 일반 공업지역 또는 「산업입지 및 개발에 관한 법률」에 따른 산업단지에 건축하는 창고는 제외한다)로서 건축조례로 정하는 건축물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 준공업지역: 1.5미터 이상 6미터 이하</li> <li>• 준공업지역 외의 지역: 3미터 이상 6미터 이하</li> </ul>
다. 해당 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 1,000제곱미터 이상인 판매시설, 숙박시설(일반 숙박시설은 제외한다), 문화 및 집회시설(전시장 및 동·식물원은 제외한다) 및 종교시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3미터 이상 6미터 이하</li> </ul>
라. 다중이 이용하는 건축물로서 건축조례로 정하는 건축물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3미터 이상 6미터 이하</li> </ul>
마. 공동주택	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 아파트: 2미터 이상 6미터 이하</li> <li>• 연립주택: 2미터 이상 5미터 이하</li> <li>• 다세대주택: 1미터 이상 4미터 이하</li> </ul>
바. 그 밖에 건축조례로 정하는 건축물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1미터 이상 6미터 이하(한옥의 경우에는 처마선 2미터 이하, 외벽선 1미터 이상 2미터 이하)</li> </ul>

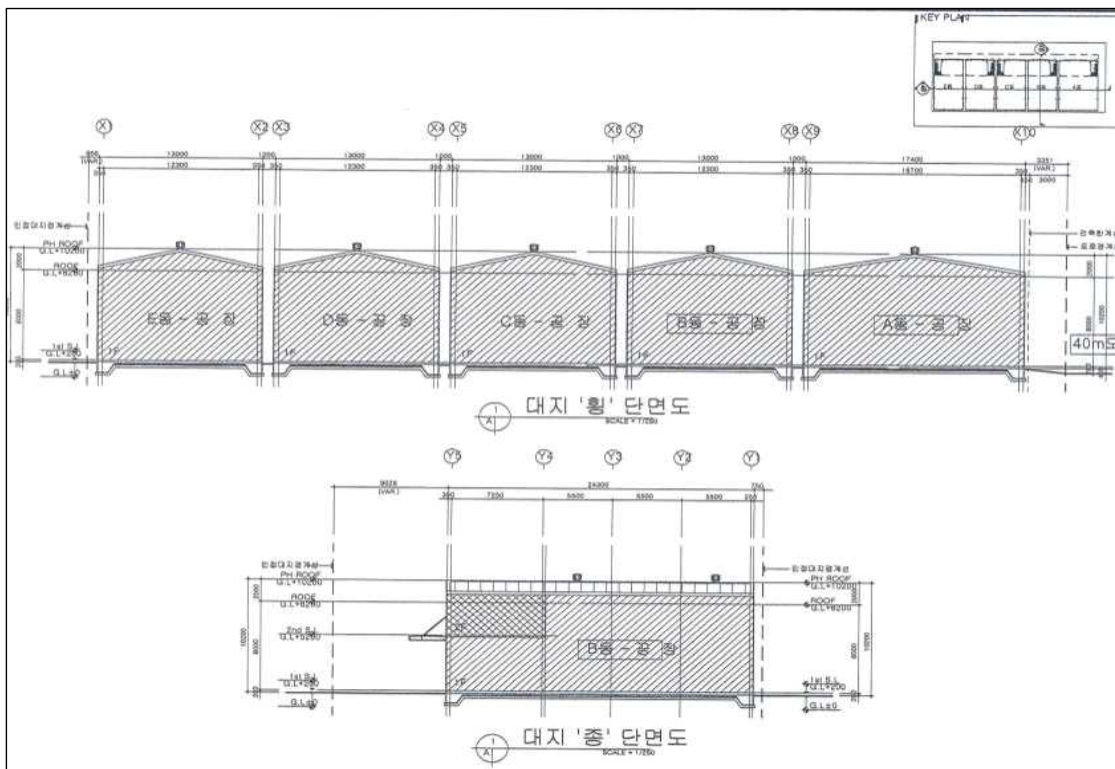
■ 산업단지별 공장밀집도와 인접 동간 1.5m 이내 건물배치 전경(사례)

<p>① 검단일반산업단지 : 같은 단지 내 건물과 건물 사이 이어져 붙어있는 전경</p>	<p>② 서부산업단지</p>
	
<p>③ 경인실업 일원</p>	<p>④ 복항 일원</p>
	
<p>⑤ SK인천석유화학 남측 일원</p>	<p>⑥ 인천 테크피아 단지</p>
	
<p>⑦ 가좌동 일원</p>	<p>⑧ 인천도시가스 일원</p>
	
<p>⑨ 엠파크 일원</p>	<p>⑩ 주안산단 일원</p>
	

제5장 인천광역시 서구 공장밀집지역 화재위험도 분석



[그림 5-2] 원창동 〇〇〇번지 일원 공장 신축공사 건물배치 사례



[그림 5-3] 원창동 〇〇〇번지 일원 공장 신축공사 대지 단면사례도

## 2) 화재모델링 및 시뮬레이션 결과 위험도 및 이격거리 산출

### ○ 화재시뮬레이션 프로그램 (FDS) 5.5.3(3)

- 본 화재모델링은 The National Institute of Standards and Technology(NIST)에서 개발한 화재시뮬레이션 Fire Dynamics Simulator(FDS) 프로그램을 사용하여 시험한 최승복 외(2017)의 건축물 이격거리에 따른 화재 확산위험성 연구 실험 자료를 이용함.

- Grid Sensitivity가 5 이상 되도록 셀 크기를 설정하였으며, 건축물의 구조 특성상 천장 고도가 낮아 해석의 민감도를 높이기 위해 Cell크기는 0.2m×0.2m×0.2m로 하고 그리드의 적정범위를 다음과 같이 정함. 열 방출율은 3,431kW를 적용하여 연소하는 것으로 설정되었으며, 해석 시간은 1,800초임(30분).

$$D = \left[ \rho \cdot C_p \cdot \frac{Q^*}{T_\infty \cdot g} \right]^{1/5} \quad (1)$$

$$D^*/\delta > 5 \quad (2)$$

$$\delta > \delta_{x,y,z} \quad (3)$$

$D^*$  : Characteristic Fire Diameter

$\rho$  : 주변공기 밀도 (1.204kg/m<sup>3</sup>)

$C_p$  : 주변공기 비열 (1.005kJ/kg.K)

$T_\infty$  : 주변공기 온도 (293K)

$g$  : 중력가속도 (9.81m/s<sup>2</sup>)

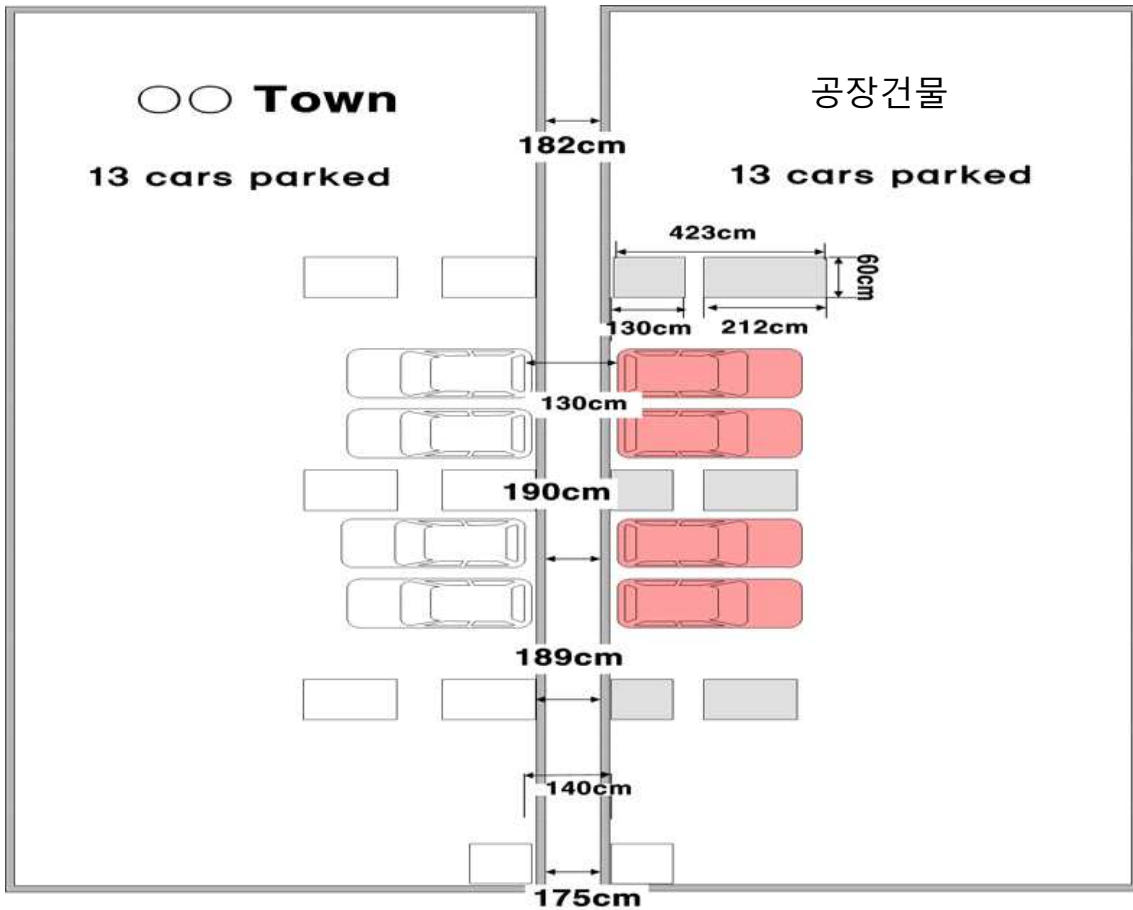
$Q^*$  : 열방출율 (kW)

5 이상 : 무차원수, NUREG 1824(미국 원자력 위원회)의 민감도 수용범위

$\delta > \delta_{x,y,z}$  : 실제 적용된 격자크기

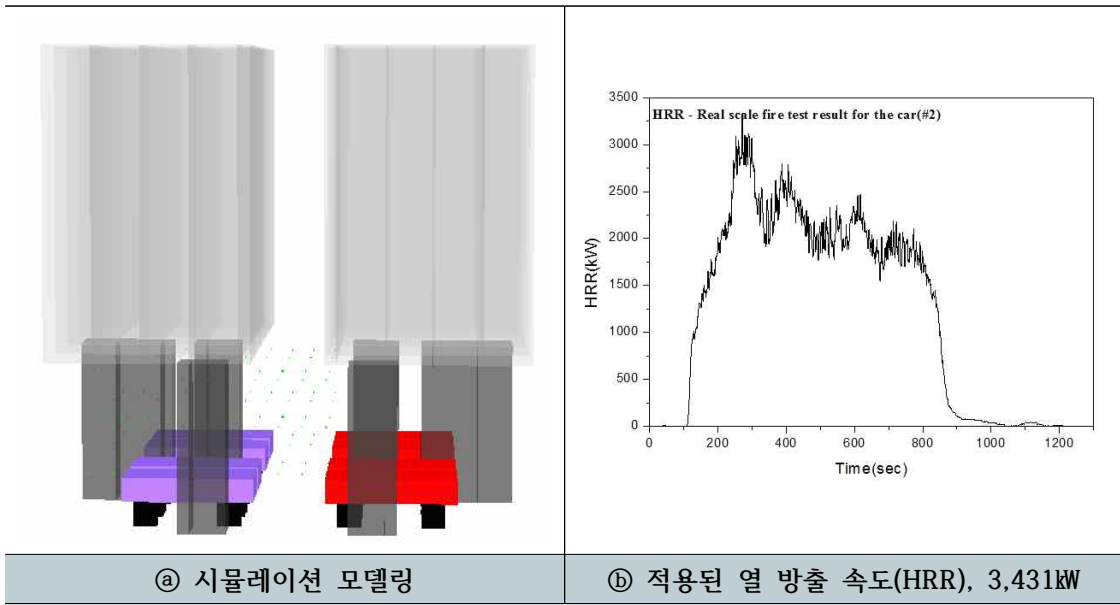
### ○ 화재 시나리오 및 건물의 구조

- 실험은 의정부 도시형건물의 내화벽체 단열재의 공간화재를 모델링하여 현장에서 실측한 옆 건물간의 간격, 높이의 간격을 적용함. 본 실험은 옆 건물로의 연소 확산 위험성을 확인하기 위함이기 때문에 [그림 5-4]와 같이 옆 건물에 인접해 있는 건축물이 연소되는 상황을 재현하였으며, 천장의 우레탄 단열재의 연소하중과 바람의 영향은 무시함.



[그림 5-4] 건물의 구조

- 본 실험에 비해 실제 현장과 같은 조건에는 천장 단열재 모두가 연소되면서 바람의 영향으로 외부로 거센 화염이 분출되기 때문에 시뮬레이션 결과에 비해 훨씬 빠른 연소 확대가 예상되나 본 실험에서는 최소조건의 시나리오이기 때문에 그 결과를 실제 건물의 간격을 적용하려면 보다 더 넓은 건물 이격 거리가 적용되어야 할 것으로 봄.
- 실제 화재현장의 두 건물의 간격은 1.75m~1.90m의 간격을 유지하고 서로 인접해 있으나, 본 실험은 건물의 간격에 따른 온도의 변화를 확인하기 위함임으로 [그림 5-5]의 ㉠와 같이 시뮬레이션에 적용된 두 건물은 3.0m를 유지. 그리고 건물 간 1.5m, 2.0m, 2.5m, 3.0m, 3.5m, 4.0m, 4.5m, 5.0m 간격마다 온도변화를 보기위한 온도센서를 부착함.
- 또한 각 온도 센서로부터 수직방향 1.0m, 2.0m, 3.0m마다 온도센서를 부착하여 각 높이별 온도 변화를 확인하고 폴리우레탄의 일반적인 발화온도는 315°C~370°C로 알려져 있기 때문에 발화 건물에서 화염이 확산되어 옆 건물에 옮겨 붙을 수 있는 최소 온도인 300°C에서 목재의 발화온도 450°C를 적용하여 건물 이격간격 별로 300°C, 400°C, 그리고 450°C에 도달하는 시간을 측정함.



[그림 5-5] 시뮬레이션 모델링

- 발화건물로부터 거리별 300°C에 이르는 시간
  - 수직 1.0m, 2.0m, 3.0m의 높이
- 발화건물로부터 확산된 화염이 거리별 떨어져 있는 온도가 지면으로부터 1.0m, 2.0m, 3.0m 상단에 300°C에 도달하는 시간은 [표 5-12, 13, 14]와 같음.

[표 5-12] 1.0m 높이에서의 온도 분포

위치(m)	300°C 도달 시간				
	평균	p1	p2	p3	p4
1.5	225.25	188	241	244	228
2.0	221	190	237	264	193
2.5	212	202	236	217	193
3.0	239	236	332	194	194
3.5	246.5	280	296	216	194
4.0	243.75	281	294	216	184
4.5	230.25	279	278	180	184
5.0	212.75	269	234	172	176

제5장 인천광역시 서구 공장밀집지역 화재위험도 분석

[표 5-13] 2.0m 높이에서의 온도 분포

위치(m)	300°C 도달 시간				
	평균	p1	p2	p3	p4
1.5	171	174	175	169	166
2.0	169.25	175	168	169	165
2.5	177.25	178	187	179	165
3.0	177.25	181	192	169	167
3.5	179.5	190	192	167	167
4.0	198.25	261	196	164	169
4.5	178.75	185	196	164	170
5.0	171.5	181	180	163	162

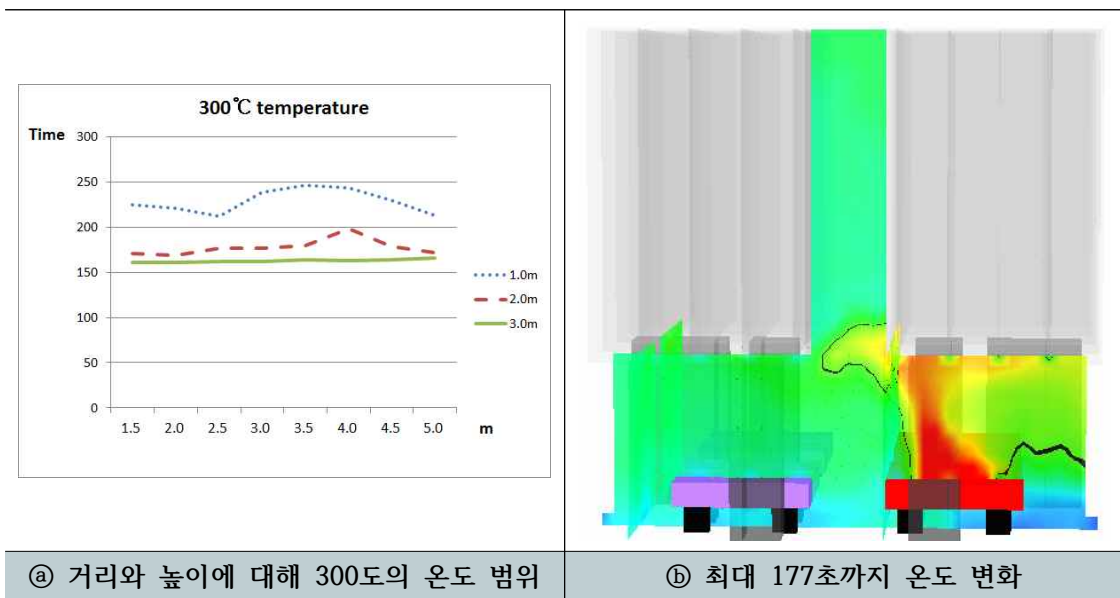
[표 5-14] 3.0m 높이에서의 온도 분포

위치(m)	300°C 도달 시간				
	평균	p1	p2	p3	p4
1.5	161.25	170	163	157	155
2.0	161.5	176	163	155	152
2.5	162	172	163	161	152
3.0	162	172	162	161	153
3.5	164	177	163	161	155
4.0	162.75	172	163	161	155
4.5	164.25	176	163	162	156
5.0	165.5	173	166	162	161

○ 수평으로 1.5m 떨어진 곳의 각각의 온도센서 p1, p2, p3, p4의 평균시간은 225.25초였고 수평거리 2.0m에서는 221초, 2.5m는 212초, 3.0m는 239초, 3.5m는 246.5초, 4.0m는 243.7초, 4.5m는 230.25초, 5.0m는 212.75초였음. 수직 2.0m높이 공간 p1, p2, p3, p4의 온도센서가 300°C에 이르는 평균 시간은 [표 5-13]과 같음. 수평 1.5m에서는 171초, 2.0m는 169.25초, 2.5m와 3.0m는 177.25초, 3.5m는 179.5초, 4.0m는 198.25초, 4.5m는 178.75초 그리고 5.0m는 171.5초가 걸리는 것으로 확인됨.

○ 수직 3.0m 높이가 300°C에 도달하는 시간은 [표 5-14]와 같음. 수평거리 1.5m에서는 161.25초, 2.0m는 161.5초, 2.5m는 162초, 3.0m는 162초, 3.5m는 164초, 4.0m는 162.75초, 4.5m는 164.25초 그리고 5.0m는 165.5초가 걸렸음.

- 필로티와 같은 벽체구조의 건축물에서의 화염 성장은 천장을 통해 주변 건물로 확산됨. 필로티 구조는 개방된 공간이기 때문에 필로티에 주차된 차량과 천장의 단열재 그리고 이곳에 적재된 이연성재질의 가연물이 풍부한 공기 유입의 영향으로 일반 건축물의 공간적 화재에 비해 연소 속도가 빠름. 또한 열 유속은 상층부를 따라 이동하기 때문에 이격건물의 화재 위험성을 측정하기 위해 건물 한 층의 높이인 3.0m의 온도 변화를 측정하는 것이 타당해 보임.
- [그림 5-6]의 ㉔와 ㉕와 같이 수직 3.0m 높이에서 300°C에 도달하는 시간 측정에서 수평 1.0m 거리에 떨어진 곳은 161.25초가 걸렸고, 1.5m 떨어진 곳은 161.5초, 2.0m 떨어진 곳은 161.5초, 2.5m와 3.0m 떨어진 곳은 모두 162초가 걸렸으며, 3.5m는 177초, 4.0m는 162.75초, 4.5m는 164.25초가 걸렸으며 그리고 5.0m는 165.5초가 걸리는 것을 확인함. 그러므로 높이 3m에서 300°C에 이르는 시간이 가장 빠른 위치는 1.5m 떨어진 위치로 확인됨.



[그림 5-6] 화염 성장 형태

- 발화건물로부터 거리별 400°C에 이르는 시간
  - 1.0m, 2.0m, 3.0m 수직 높이
- 발화 이후 옆 건물로의 화염 확산이 지면으로부터 수직 1.0m 높이에 400°C에 이르는 시간을 측정한 결과는 [표 5-15]와 같음. 수평 1.5m 떨어진 곳의 평균 시간은 394초가 걸렸고, 2.0m는 463.75초, 2.5m는 552.5초, 3.0m는 738.5초, 3.5m는 1216.5초, 4.0m는 1160초, 4.5m는 1016초 그리고 5.0m는 786초가 걸렸음.

제5장 인천광역시 서구 공장밀집지역 화재위험도 분석

[표 5-15] 1.0m 높이에서의 온도 분포

위치(m)	400°C 도달 시간				
	평균	p1	p2	p3	p4
1.5	394	359	393	442	382
2.0	463.75	339	573	560	383
2.5	552.5	344	609	629	628
3.0	738.5	345	1213	629	767
3.5	1216.5	519	747	30분	30분
4.0	1160	693	347	30분	30분
4.5	1016	593	299	30분	1372
5.0	786	363	323	1361	1097

○ 수직 2.0m 높이공간의 온도가 400°C가 되는 거리별 시간은 [표 5-16]과 같음.

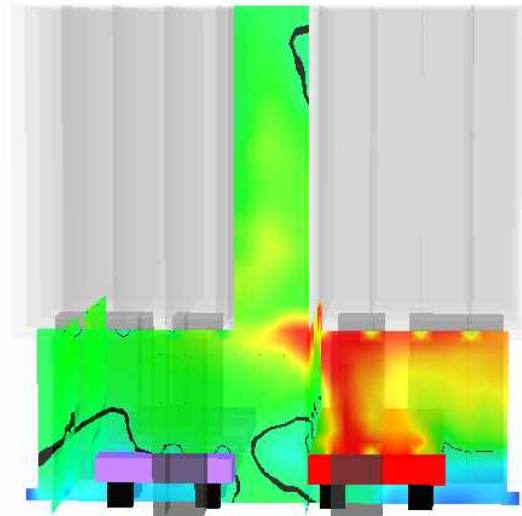
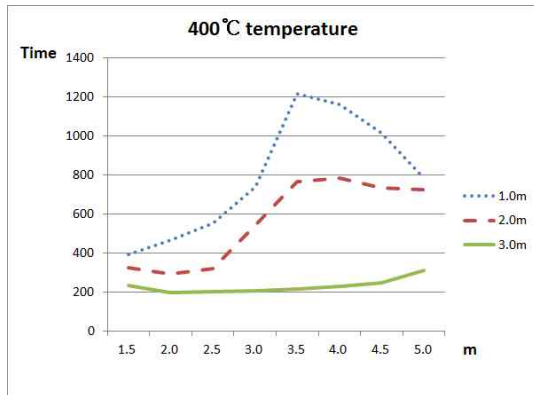
[표 5-16] 2.0m 높이에서의 온도 분포

위치(m)	400°C 도달 시간				
	평균	p1	p2	p3	p4
1.5	324.75	222	308	387	382
2.0	294.5	222	293	440	223
2.5	312.25	283	293	449	224
3.0	543	281	291	569	1031
3.5	766.75	281	280	1253	1253
4.0	785	282	281	1289	1288
4.5	735.5	282	279	1283	1098
5.0	726.25	280	278	1253	1094

○ 1.5m는 324.75초, 2.0m는 294.5초, 2.5m는 312.25초, 3.0m는 543초, 3.5m는 543초, 4.0m는 785초, 4.5m는 735.5초이며 그리고 5.0m는 726.25초가 걸리는 것으로 확인됨. 수직 3.0m 높이의 온도가 400°C가 되는 거리별 시간은 [표 5-17]과 같다. 수평 거리 1.5m 떨어진 곳의 각각의 온도센서가 400°C가 되는 시간은 232초이고, 2.0m는 199초, 2.5m는 201.5초, 3.0m는 208.5초, 3.5m는 213.5초, 4.0m는 229.5초, 4.5m는 246.5초 그리고 5.0m는 310초가 걸리는 것으로 확인됨. [그림 5-7]의 ㉔는 각 지점별 시간을 나타낸 것임. 이 그래프에서 보듯 400°C에 이르는 시간이 가장 빠른 위치는 높이 3.0m로 200초 전후에서 400°C를 초과하는 것으로 나타남. 그림 ㉔는 발화 이후 3.0m 떨어진 곳의 온도가 400°C에 이르는 209초의 온도 변화를 나타낸 것임.

[표 5-17] 3.0m 높이에서의 온도 분포

위치(m)	400°C 도달 시간				
	평균	p1	p2	p3	p4
1.5	232	192	178	196	362
2.0	199	214	179	179	224
2.5	201.5	210	193	179	224
3.0	208.5	211	201	198	224
3.5	213.5	232	213	195	214
4.0	229.5	280	224	200	214
4.5	246.5	280	278	213	215
5.0	310	280	275	213	274



㉓ 거리와 높이에 대해 400도의 온도 범위

㉔ 최대 209초까지 온도 변화

[그림 5-7] 화염 성장 형태

- 발화건물로부터 거리별 450°C에 이르는 시간
  - 1.0m, 2.0m, 3.0m 수직 높이
- 발화이후 수직 1.0m, 2m, 3m 높이의 온도가 450°C가 되는 시간을 [표 5-18, 19, 20]에 나타냄.

제5장 인천광역시 서구 공장밀집지역 화재위험도 분석

[표 5-18] 1.0m 높이에서의 온도 분포

위치(m)	450°C 도달 시간				
	평균	p1	p2	p3	p4
1.5	1124	361	535	30분	30분
2.0	1435	340	30분	30분	30분
2.5	1546.75	787	30분	30분	30분
3.0	1587.25	949	30분	30분	30분
3.5	1642.25	1169	30분	30분	30분
4.0	1444.25	1160	1017	30분	30분
4.5	1386	1238	706	30분	30분
5.0	1177.25	1352	460	30분	1097

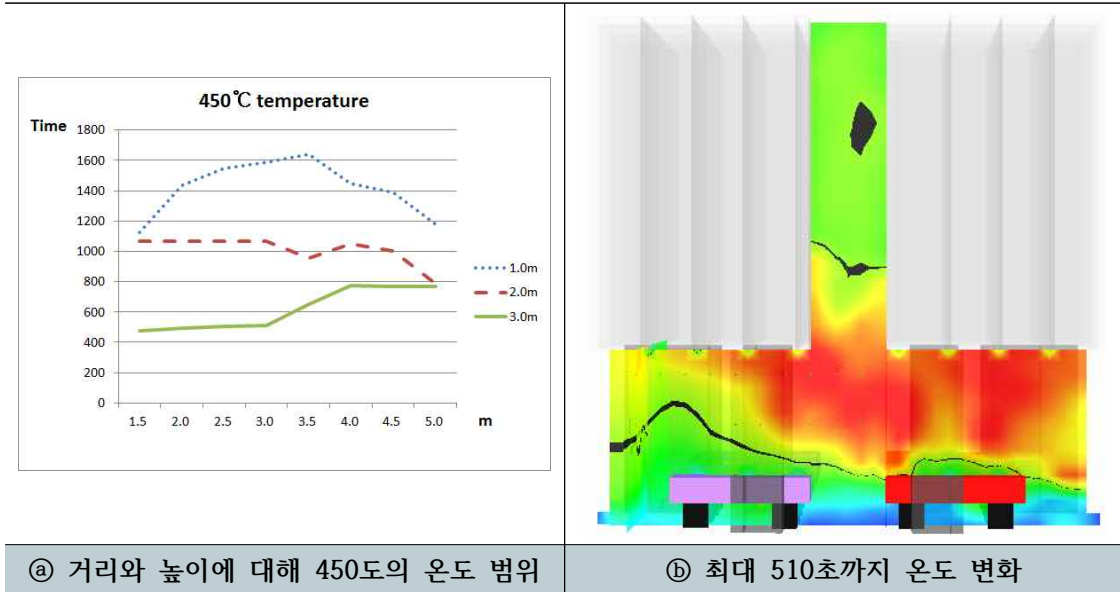
[표 7-19] 5.0m 높이에서의 온도 분포

위치(m)	450°C 도달 시간				
	평균	p1	p2	p3	p4
1.5	1069	332	334	30분	30분
2.0	1069.5	336	342	30분	30분
2.5	1066.5	333	333	30분	30분
3.0	1067.25	333	336	30분	30분
3.5	953	334	299	1379	30분
4.0	1049.75	309	290	30분	30분
4.5	1004.25	317	283	1617	30분
5.0	785.75	317	324	1405	1097

[표 5-20] 3.0m 높이에서의 온도 분포

위치(m)	450°C 도달 시간				
	평균	p1	p2	p3	p4
1.5	476.5	213	305	194	1194
2.0	491	214	283	198	1269
2.5	507.25	284	281	210	1254
3.0	509	283	284	217	1252
3.5	650.75	281	281	787	1254
4.0	775.5	286	280	1268	1268
4.5	770.5	283	279	1268	1252
5.0	766.25	281	279	1254	1251

- 1.5m 떨어진 곳은 1124초가 걸렸고, 2.0m는 1435초, 2.5m는 1546.75초, 3.0m는 1587.25초, 3.5m는 1642.25초, 4.0m는 1444.25초, 4.5m는 1386초가 걸렸음. 그리고 5.0m에는 1177.25초가 걸리는 것을 확인함. 수직 2.0m 높이별 거리 1.5m 이격된 곳은 1069초, 2.0m는 1069.5초, 2.5m는 1066.5초, 3.0m는 1067.25초, 3.5m는 953초, 4.0m는 1049.75초, 4.5m는 1004.25초, 그리고 5.0m는 785.75초가 걸리는 것으로 확인됨.
- 일부 온도 센서에는 30분 이상이 경과되는 형태도 보였음. 수직 3.0m 높이의 온도가 450°C가 경과되는 시간 중 1.5m 떨어진 곳은 476.5초, 2.0m는 491초, 2.5m는 507.25초, 3.0m는 509초, 3.5m는 650.75초, 4.0m는 775.5초, 4.5m는 770.5초 그리고 5.0m는 766.25초가 걸리는 것을 확인함. 전체 높이별 450°C에 이르는 시간은 [그림 5-8]의 ㉔와 같으며, 온도 분포는 ㉕에서 나타냄.



㉔ 거리와 높이에 대해 450도의 온도 범위

㉕ 최대 510초까지 온도 변화

[그림 5-8] 화염 성장 형태

- 발화 이후 2.0m 지점은 491초가 지나자 450°C 이상의 온도를 보였고, 3m는 509초에 450°C 이상의 온도 분포를 보이고 있음.
- 발화 건물로부터 인근 건물 이격 거리 제안
  - 대부분의 저층 위주의 건물은 1층을 내화벽체로 구성할 때 그 공간을 주차장으로 사용하는 경우가 많음. 1층은 건물의 층수와 면적에서 제외되기 때문에 협소한 도시공간에서는 주차장 부지 확보가 곤란하기 때문에 1층을 필로티로 하고 그 공간을 주차장으로 사용할 경우 이보다 더 좋은 혜택은 없을 것임. 하지만 이러한 필로티 구조를 가진 저층 위주의 건축물은 필로티를 통해야만

주동으로의 출입이 가능한 구조이기 때문에 화재가 발생할 경우 건물에 갇혀 밖으로의 대피가 곤란함.

- 또한 벽체 공간은 이곳에 단열을 위한 우레탄폼과 같은 연소하중이 높은 가연물이 많고, 벽체 없이 기둥으로만 구성된 공간이기 때문에 바람의 영향을 많이 받을 수밖에 없음. 화염은 산소의 농도변화와 바람의 영향에 민감하기 때문에 우레탄폼 등의 연소하중이 높은 가연물이 바람의 영향으로 인해 빠르게 연소되면서 주변으로 확산될 경우 이웃 건물로의 확산 위험이 있음.
- 하지만 국내의 건축과 소방관련 법규에는 화재확산과 관련된 건축물의 이격 거리에 대한 규정이 없고, 일조권과 상층으로의 화염 확산 방지 대책에 대한 일부 규정이 있으나 이는 창문이 있는 벽체로부터 이격 거리이기 때문에 창문이 없는 필로티 구조의 건물에는 이 규정이 적용되지 않음.
- 그러기 때문에 대부분의 저층 위주의 간격은 체 2m가 넘지 않게 근접되어 지어지고 있는 실정이어서 벽체 마감재 공간을 활용할 경우 일정한 거리의 이격 거리 규정이 필요할 것으로 보임. 실제로 발생하였던 화재 사례에서 보듯 1층 필로티 공간을 통해 확산된 화염으로 인해 2m 남짓 떨어진 건물이 소훼되어 많은 인명피해를 입혔던 사례에서도 필로티의 화염 확산에 대한 소화대책과 확산방지 대책이 없었던 이유이기도 함.
- 화재시물레이션 결과 연소될 때 주변으로 4화염이 확산되는 온도별 시간을 확인한 결과 우레탄 단열재와 같은 가연물이 연소되는 온도인 약 300°C에서는 수직높이 1.0~3.0m 공간 사이 층의 온도는 수평거리 1.0~5.0m까지 각 간격별 평균 시간은 약 190초가 걸렸고, 400°C에서는 수직높이 1.0~3.0m 공간사이 층의 온도는 수평거리 1~5.0m까지 각 간격별 평균 시간은 약 2,770초가 걸렸으며, 450°C에서는 수직높이 1.0~3.0m 공간사이 층의 온도는 수평거리 1.0~5.0m까지 각 간격별 평균 시간은 약 3,044초가 걸리는 것을 확인할 수 있었음.
- 그러므로 발화건물에서 인근 건물로 확산되기 이전에 화재를 진화할 수 있는 안전거리를 띄워 건축하던가 아니면 화염 확산을 예방할 수 있는 적절한 소방 설비를 갖추어야 할 것으로 판단됨. 또한 소방시설 등의 성능위주 설계방법 및 기준 별표1의 피난지연시간에 의하면 건물의 내부, 경보, 탈출로에 익숙하고, 수면 상태일 가능성이 있는 경우에는 화재발생으로부터 5분 후에 대피를 개시할 수 있음.
- 이러한 대피 지연시간을 감안하여 피난시물레이션을 연구한 결과에서 2층의 재실자가 1층으로 대피를 완료하는 시간이 484.7초, 3층은 504.5초, 4층은 528.5

초, 5층은 531.6초, 6층은 539.2초, 7층은 555초, 8층은 584.6초, 9층은 605.5초 그리고 10층은 608초가 소요되는 것으로 확인된바 있음.

- 그리고 화재가 발생하면 목격자나 화재 감지기에 의해 화재가 감지됨. 일반적으로 화재 신고에서 진화를 개시하는 시간은 신고를 받아 출동지령에 걸리는 시간이 1.5분, 현장에 도착하는 시간이 4.5분, 그리고 진화준비에 2분이 걸려 신고에서 진화개시에 걸리는 시간이 전체 8분이 걸리는 것으로 연구된바 있음.
- 그러므로 화재건물로부터 재실자가 화재를 인지하고 밖으로 대피가능한 시간과 소방이 출동하여 화재진화를 개시하는 시간 등을 고려해 볼 때 최소한 건물과 건물사이의 이격 거리는 화염의 온도 400°C에서 600초 동안 안전한 이격 거리가 필요함에 따라 3m 이상 이격되도록 건축법 시행령에 보완 필요.

## VI. 공장화재 안전관리모델 수립

### 1. 모델설계 및 모형설정

#### ■ 분석결과 건축, 소방, 수도법 상 문제점

- 공장외벽 간 이격 거리 협소로 인한 급속한 연소 확대의 문제
  - 대한SP건물과 주변 건물과의 이격 거리(1,120mm, 1,500mm)협소로 인한 급속한 연소 확대 요인 제공.
- 샌드위치 패널 구조로 인한 소방 활동 장애(재산피해 증감 요인)의 문제
  - 발화건물 패널은 가연성 단열재로 발포폴리스틸렌이 심재로 구성되어 외벽과 지붕을 따라 급격한 연소 확대 원인 제공.
  - 아연도금 강판의 경우 마감 재료가 강판표면제로 인한 소방용수의 침투 저하로 초기소화실패.
- 현재 공장외부벽체의 90% 이상이 샌드위치 패널로 시공돼 패널의 가연성 단열재로 초기 화재 확산 시 패널이 지지되지 못하고 화재 시 높은 열로 연소 확대를 촉진시켜주는 원인이 됨.
- 따라서 이 같은 서구 대한SP건물 화재사례에서 보듯이 예방을 위한 접근방법으로 다음과 같은 방법을 통해 보완될 수 있을 것임.

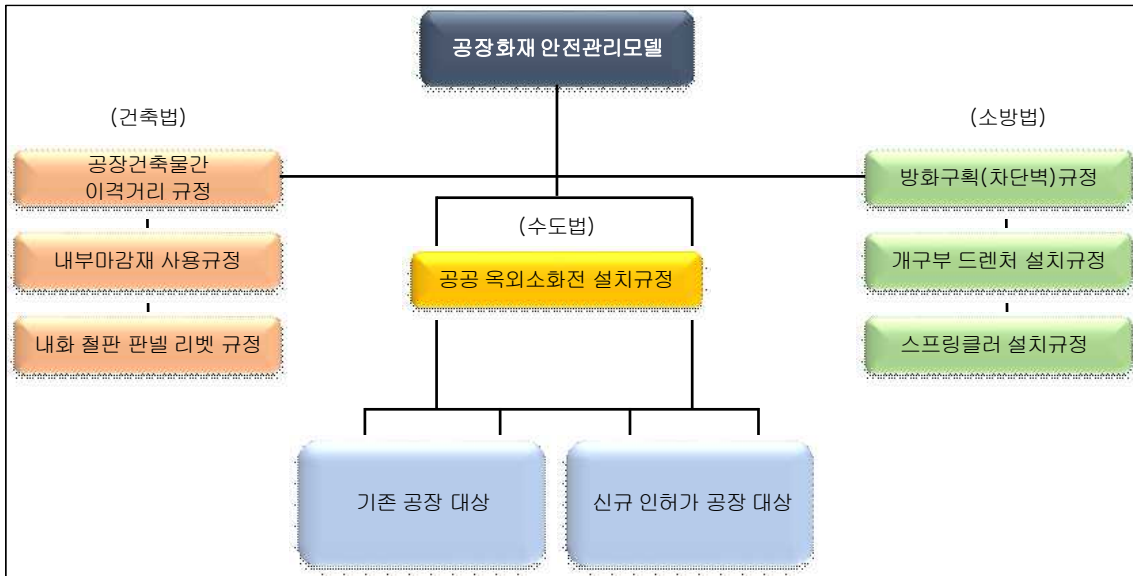
구분	내용	장단점	도입
건축 부분	① 건물 간 이격 거리 기준설정	기존건물제약과 부동산 공간 활용제한으로 현실성 결여	
	② 외벽 마감재 샌드위치 판넬 사용 기준 강화	기존건물의 적용 곤란하나 신규 건물 적용 가능, 적은 비용으로 접근 가능	
	③ 외벽 마감재 샌드위치 판넬 뒤틀림 방지 리벳(못) 마감 명문화	기존건물과 신규 건물 모두 적용 가능, 적은 비용으로 접근 가능	○
	④ 외벽 마감재 샌드위치 판넬에 내화페인트 보강	내화페인트 실험결과 연소 시 기준치 이상 가스 발생으로 현실성 결여	
	⑤ 건물 간 화재 확산 방지 방화구획(방화벽) 설치	기존건물과 신규 건물 모두 적용 가능, 적은 비용으로 접근 가능	○
	⑥ 건물 간 화재 확산 방지 갑종방화문 설치	비용조달의 어려움과 관리 운영 추가 비용 발생, 현실성 결여	
소방 부분	① 건물 간 화재 확산 방지 드렌처 설비 설치	비용조달의 어려움과 관리 운영 추가 비용 발생, 현실성 결여	
	② 건물 간 화재 확산 방지 스프링클러 설비 설치	비용조달의 어려움과 관리 운영 추가 비용 발생, 현실성 결여	
	③ 건물 간 화재 확산 방지 비상소화장치 설치	비용조달의 어려움과 관리 운영 추가 비용 발생, 현실성 결여	
	④ 공장밀집지역 위험노출에 따른 화재경계지구 지정관리	추가적으로 소방시설 설치관리와 전담 방화안전 관리자 배치 운영	○
수도 부분	① 공장밀집지역 위험노출에 따른 옥외소화전 설치	추가적으로 옥외소화전 설치증설	○

## ■ 공장화재 안전영향성 평가 및 방향

- 공장화재의 안전관리모델을 수립하기 위해서는 먼저 발화, 확산, 진화 및 피난과 관련되는 제반 요소의 분석(건축물 구조, 재료, 소방시설 등)이 선행되어야 함.
- 현대의 공장화재는 건축구조, 이용형태 등 다양한 원인에 의해 발생하고 있어 단순히 소방시설만으로 화재안전을 확보하기 어려운 상황임.
- 공장건축구조, 시설물 이용기준 등 화재안전에 직접적으로 연관되는 법령에 대하여 화재위험특성과 이용자 특성을 체계적으로 반영하기 위해서는 현재 국내의 소방법령만으로 변화하는 소방 환경에 적합하게 대응하지 못하여 대규모화 하는 화재재난을 충분히 방지할 수 없어 국가 전체의 법령과 연계된 화재안전을 위한 법령모델에 기반을 둔 대책이 요구됨.
- 소방관련 법령은 소방대상물, 특정소방대상물 및 소방안전관리대상물을 분류하여 특성별로 관리하고 있으나 소방관련 법률은 화재발생의 예방과 대비이고, 그 중에서 대비를 위하여 소방시설의 설치와 관리를 핵심적인 내용으로 하고 있음.

## ■ 공장건축구조 환경에 따른 발생 특성변화별 공장화재 안전관리모델 수립 및 적용

- 지속적으로 증대하는 소방대상물의 특성에 적합한 공장화재 안전의 실현이 요구되고 있고, 특히 특정소방대상물은 공장건축물과 시설에 대하여 적용되기 때문에 건축구조와 시설물의 특성 변화에 적합한 공장화재 안전계획의 수립.
- 이를 위해 공장화재발생의 근본적인 원인은 불의 사용과 전기, 가스와 같은 에너지시설의 사용으로 인한 편의에 대한 부작용에 있음을 고려할 때 내부시설 운영구조를 접목한 불연재의 사용을 통한 화재예방이 중요함.
- 특히 공장건축물 구조는 지속적으로 사용자의 편의증진과 효율적 공간이용의 방향으로 발전하고 있고, 에너지는 다양한 에너지원의 발견으로 사용증가에 필요한 다양한 시설이 증대하고 있음에 따라 그러므로 공장건축물이나 에너지사용시설의 특성에 적합한 소방시설 설치를 통해 화재 및 재난 등의 위급상황으로부터 보호하기 위하여 소방시설 설치기준 마련 시 이용자 및 공장화재 위험특성을 고려한 공장화재 예방안전관리모델을 다음 [그림 6-1]과 같이 수립함.



[그림 6-1] 공장화재 안전관리 모델설정

## 2. 공장화재 안전관리 개선방안

- 현행 특정소방대상물의 소방시설 설치 기준은 특정소방대상물의 규모, 용도, 수용인원 등을 고려하여 정하고 있으나 공장건축물 구조의 대형·복잡화로 기존 소방시설만으로 공장화재 안전 목적을 달성하지 못하는 경우가 발생하고 있으며, 이는 공장화재특성을 충분히 고려하지 못한 점에서 한계를 드러낸 것으로 볼 수 있음.
  - 그러므로 지속적으로 변화하는 소방 환경에 적합하게 대응할 수 있도록 공장화재 안전정책에 관한 기본계획을 수립하되 소방시설 관리기준 모델설정 시 특정소방대상물의 규모, 용도, 수용인원 외에 화재특성, 이용자 특성을 함께 고려하도록 하여 시설물의 특성에 적합한 소방시설을 갖추도록 할 수 있게 함.
  - 현행법상 이들 공장에 대한 안전관리는 소유자·관리자·점유자인 관계인이 수행하도록 되어 있어 이들 시설에 대한 안전관리가 미흡하나 해당 특정소방대상물에 관한 안전관리를 관장하는 소관 기관이 상이하고 소방시설의 완전한 설치를 통하여 해당 공장소방시설의 화재안전이 담보되지 못하는 문제를 고려한 모델 수립을 위해 가장 효율적이며 최적의 방법인 ① 건축법상 공장건축물 외벽마감재인 샌드위치 판넬 리벳(못) 마감 법규 신설과 ② 소방법상 화재확산방지를 위한 건물 간 방화벽(구획) 설치와 ③ 공장밀집에 따른 14개 지역 화재경계지구로 지정하여 특별관리 ④ 수도법에 의한 공장밀집지역 화재확산방지와 초동진화를 위한 옥외소화전의 추가설치를 다음과 같이 제안함.

현상	문제점	개선방안	
공장외벽 샌드위치 패널 마감재료 사용규정 기준 단순내화구조나 불연재료만 규정	건축법상 하나의 대지에 건물 동간 이격 거리 제한이 없고, 특히 일반 공업지역에 대한 인접대지 이격제한규정이 없어 화재에 취약한 복합 패널 사용 시 철판 고열에 뒤튐림으로 화재확산과 방수 시 물 침투 장벽으로 피해 확대	건축법	① 화재 확산 방지를 위한 외벽마감재인 샌드위치 복합 패널에 리벳(못) 마감 명문화
		소방법	② 화재확산 방지를 위한 건물간 사이 방화벽(Fire Blocking System) 설치 ③ 공장밀집지역 14개 지역을 화재경계지구로 지정특별관리
		수도법	④ 공장밀집지역 화재확산방지를 위한 옥외소화전 추가설치

### 3. 세부개선내용

#### 가. 건축분야

##### 1) 공장건축물의 외벽 및 내부마감재료 건축법상 문제점

- 국내 공장건축물에 적용되고 있는 내부마감 재료는 건축법 제43조, 건축법시행령 제61조 및 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제24조에 의하여 규모 및 층수에 상관없이 적용 부위별(거실, 복도, 계단통로 등의 벽, 반자)로 규정.
- '95년 건축법 시행령 제 61조 「건축물의 내부마감재료」 규정의 개정을 통하여 건축물 내부 마감 재료의 적용대상 건축물에 공장 건축물이 추가됨에 따라 내부 마감 재료의 불연화 의무조항이 적용되기 시작함에 따라 공장의 외벽과 지붕은 내화성능에서 연소가 일어나지 않거나 지연되도록 유도하는 난연 성능의 의무화 규제로 전환되는 계기가 됨.
- 공장건축물의 외벽은 내부에 별도의 마감재를 부착하지 않을 경우에는 건축법 시행령 제61조 「건축물의 내부마감재료」 규정의 적용대상이 되는 불연·준불연·난연 재료 사용의무조항이 적용되어야 타당하나, 내부 벽체 표면에 별도의 불연재료 부착 없이 열전도율이 아주 높은 철판부착으로만 건축법 시행령 제61조 「건축물의 내부마감재료」 규정에 위반되지 않고 사용하도록 허용함으로써 외부양면 철판 부착 스티로폼 및 우레탄폼 샌드위치 판넬이 공장건축물에 대다수 사용.
- 1990년 말부터 대구성서공단화재, 울산대형할인마트화재사고 등 스티로폼 등의 가연성단열재를 가진 조립식 패널과 연관된 대형화재가 빈번하게 발생하여 인명피해가 큰 폭으로 늘어나고 소방대의 진압작업마저 불가능한 상황으로 전개됨으로써 화재안전에 관한 근본적인 우려가 커짐에 따라 화재 시 화염확산속도가 빠르고 유독성연기가 다량으로 발생하는 재료에 대한 재검토가 이루어지게 됨.

- 건축물 화재 발생을 예방하고 발생 시 급격한 연소 확대를 방지하기 위해서는 주요 구조부와 실내 장식물 등에 대한 불연재료 사용이 매우 중요함.
  - 「건축법」에서는 건축물의 내부 및 외부 마감 재료에 대한 실내건축에 대해 규정하고 있으며, 「소방시설법」은 실내장식물에 대한 방염기준을 규정하고 있음.
  - 그러나 건축 관련 법령에 의한 내부 마감재료 및 실내건축 규정과 소방 관련 법령에 의한 실내장식물의 구분이 명확하지 않아 관련 규정을 적용하는데 현장에서 혼란이 발생되고 있음.
- 「소방시설법」은 특정소방대상물의 실내장식물에 대한 방염기준을 규정함.
  - 「소방시설법」 제12조는 특정소방대상물에 실내장식 등의 목적으로 설치 또는 부착하는 방염대상물품은 방염성능기준 이상의 것으로 설치하도록 규정함.

[표 6-1] 「소방시설법」상 실내장식물의 방염기준

구분	대상
방염성능기준 이상의 실내장식물 등을 설치하여야 하는 특정소방대상물	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 근린생활시설 중 체력단련장, 숙박시설, 방송통신시설 중 방송국 및 촬영소</li> <li>- 건축물의 옥내에 있는 시설 중 문화 및 집회시설, 종교시설, 운동시설 (수영장 제외)</li> <li>- 의료시설 중 종합병원, 요양병원 및 정신의료기관</li> <li>- 노유자시설 및 숙박이 가능한 수련시설</li> <li>- 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법」 제2조제1항 제1호에 따른 다중이용업의 영업장</li> <li>- 층수가 11층 이상인 것(아파트는 제외)</li> <li>- 교육연구시설 중 합숙소</li> </ul>
방염대상물품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제조 또는 가공 공정에서 방염처리를 한 물품 중 창문에 설치하는 커튼류(블라인드 포함), 카펫·두께가 2mm 미만인 벽지류(종이벽지는 제외), 전시용 합판 또는 섬유판·무대용 합판 또는 섬유판, 암막·무대막, 섬유류 또는 합성수지류 등을 원료로 하여 제작된 소파·의자</li> <li>- 건물 내부의 천장이나 벽에 부착하거나 설치하는 것으로서 종이류(두께 2mm 이상인 것)·합성수지류 또는 섬유류를 주원료로 한 물품, 합판이나 목재, 공간을 구획하기 위하여 설치하는 간이 칸막이, 흡음(吸音)이나 방음(防音)을 위하여 설치하는 흡음재(흡음용 커튼을 포함) 또는 방음재(방음용 커튼을 포함)</li> </ul>

자료 : 이영주, 『건축물 화재 안전 규제 의 문제점』, 국회입법조사처 전문가 간담회 발표자료, 2018.1.11.

- 건축 관련 법령의 내부 마감재 및 실내건축 규정과 소방 관련 법령의 특정소방대상물 방염대상물품 규정 구분의 불명확 등으로 인하여 규정 적용상의 문제 및 화재예방정책에 있어서 사각지대가 발생할 수 있음.
- 또한 관련 규정이 분리되어 있어 처음 시공 당시에는 법 규정에 따라 적절한 방염이 이루어져 있었던 부분들이 이후 하자보수, 구조변경 등이 이루어지면서 방염이 제대로 이루어지지 않아 화재발생 시 큰 불로 확대될 가능성이 있음.

## 2) 개선방안

- 불연재의 단순 불에 타지 않는 성질의 재료로만 국한하지 않고 재료에 공장건축물 내부마감재료 중 가장 많이 쓰는 샌드위치 패널의 외부 양면 철판 부착스티로폼 및 우레탄 폼 샌드위치 패널을 내화 판넬로 인정받기 위해서는 반드시 철판의 연결 고정 못의 마감처리 규정을 추가하여 화재 시 고열로 패널이 휘어지면서 쉽게 뒤틀어져 연소 확산의 원인이 되지 않도록 최소한의 양면철판의 연결 고정 못을 반드시 장착하여 고열에도 뒤틀리지 않는 리벳으로 철판을 겹쳐 못으로 고정시켜 내화 패널이 보장될 수 있게 규칙에 재료의 마감방법을 구체적으로 명시함.
- 외부 벽체 및 지붕은 내부 가연물에 의한 화염 접촉 또는 복사열에 의해 일정 시간동안 변형이 발생하지 않도록 내화성능의 확보 의무 규정이 요구됨.
- 외벽이나 지붕이 내부 가연물과 동시에 착화될 경우 벽체나 지붕의 급속한 붕괴가 발생하여 소방대의 접근이 어려워짐에 따라 조기진압이 지연될 뿐 아니라 내부 단열재가 착화될 경우 소방대의 살수접촉이 불가능함에 따라 진화자체가 불가능한 상태로 발전할 수 있으므로 이런 상황이 발생하지 않는 방재 성능의 구비.



[그림 6-2] 샌드위치 패널 고정리벳(못) 마감 장면

## 나. 소방분야

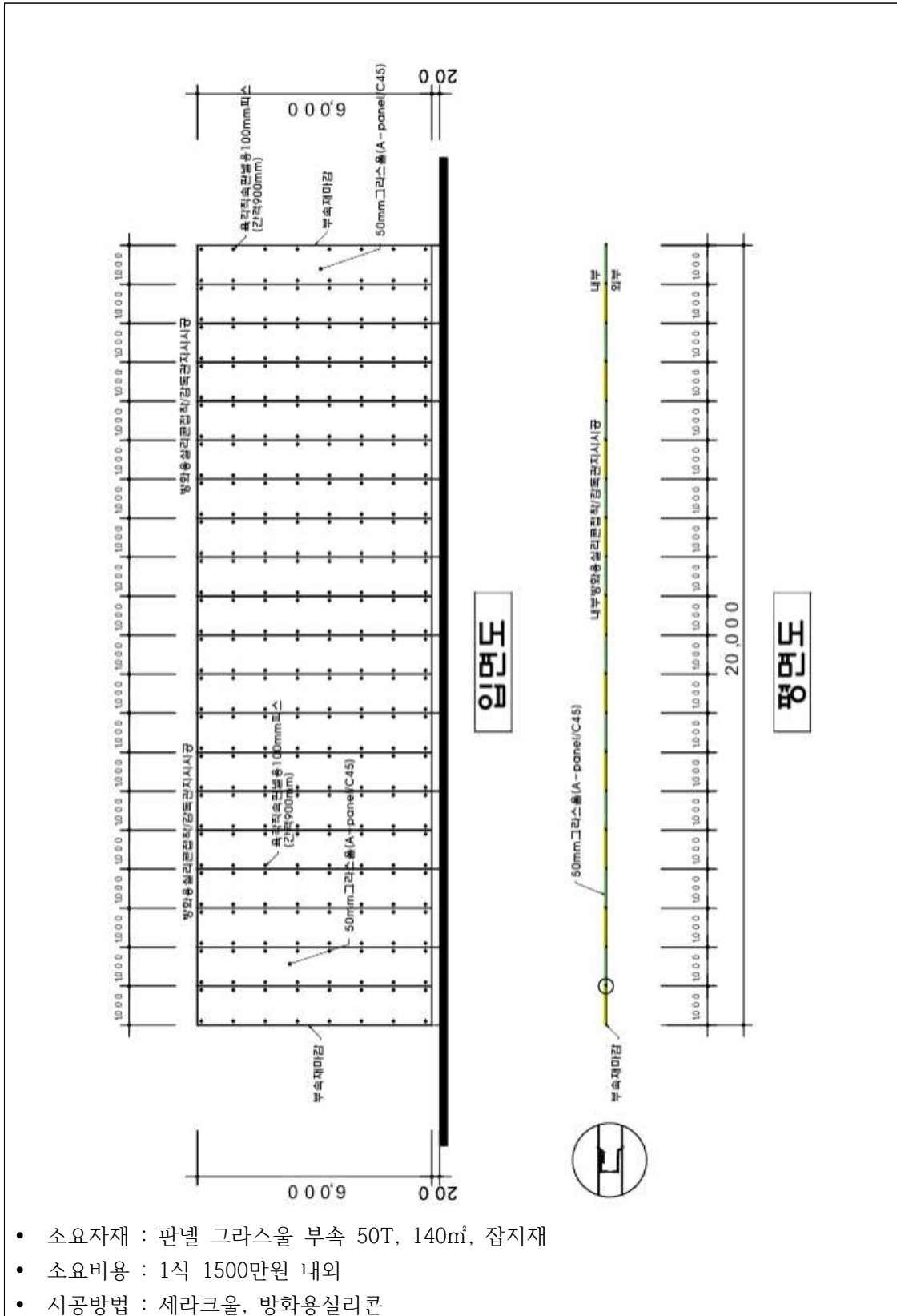
### 1) 방화구획(벽) 설치 기준에 따른 소방법상 문제점

- 방화구획은 건축물에 화재가 발생한 경우 화재가 발화지점에서 더 이상 확산 되지 않도록, 내화구조로 된 바닥과 벽, 갑종방화문, 방화셔터, 내화충전구조로 공간을 구획하는 것을 의미함.
  - 방화구획 설치방법은 면적별 구획과 층별 구획으로 구분됨.
- 현재 방화구획 설치와 관련된 세부 규정은 「건축법 시행령」과 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」, 「자동방화셔터 및 방화문의 기준」(국토교통부고시 제2016-193호)에 규정되어 있음.
- 방화구획은 건축 관련 법령에서만 규정되어 있으며, 소방 관련 법령에는 관련 규정이 없음.
  - 소방 측면에서 방화구획은 화재연소 확대 방지, 피난 및 진압적인 측면에서 중요한 부분의 하나임.
  - 그러나 해당 내용이 건축 관련 법령에서만 규정되어 있으므로, 방화구획과 관련하여 소방에서 관여할 수 있는 여지가 거의 없는 실정임.
  - 건축물 내외의 가연물을 구분하면 외부 벽체 및 지붕에서 사용되는 구조부재의 가연물과 구조부재에 둘러싸인 내부 벽체, 바닥, 천장, 창호 등의 내장재로 분류되는 고정 가연물과 가구, 생활용품, 의류 및 서적 등의 건물 내에 수납하는 적재 가연물로 구분.
  - 건물화재는 고정 가연물이나 적재 가연물이 연소하여 피해를 일으키는 현상이 많으므로 공장 가연물의 재질, 형상, 배치상태에 따라 출화 및 연소 확대 성상이 좌우됨.
  - 출화 시에 재료의 연소에 따라 분출되는 열, 연기 또는 가스 등으로 인하여 인명이나 재산의 피해가 현저히 증대하기 때문에 재료의 연소 특성이 인명 안전에 미치는 영향은 거의 절대적임.

- 화재의 확대는 구획 내의 가연물량 대소에 의해 좌우되는데 건축물의 화재에 대한 안전성을 확보하고 화재의 확대를 최소화하기 위해 화재안전 관련법령에 의해 건축물의 구조, 내장재 등이 불연, 준불연, 난연화로 향하는 추세이며 외벽 또한 인접건축물의 화재확산방지 및 소방대 진압이 용이하도록 불연재를 사용하는 추세가 미국, 영국을 비롯한 우리나라에서도 정립되어 있음.
- 방화구획의 설치기준은 다음과 같음.
  - 10층 이하의 층은 바닥면적 1천 제곱미터(스프링클러 기타 이와 유사한 자동식 소화설비를 설치한 경우에는 바닥면적 3천 제곱미터)이내마다 구획할 것.
  - 매 층마다 구획할 것. 다만, 지하 1층에서 지상으로 직접 연결하는 경사로 부위는 제외함.
  - 11층 이상의 층은 바닥면적 200제곱미터(스프링클러 기타 이와 유사한 자동식 소화설비를 설치한 경우에는 600제곱미터)이내마다 구획할 것. 다만, 벽 및 반자의 실내에 접하는 부분의 마감을 불연 재료로 한 경우에는 바닥면적 500제곱미터(스프링클러 기타 이와 유사한 자동식 소화설비를 설치한 경우에는 1천 500제곱미터)이내마다 구획하여야 함.
  - 필로티나 그 밖에 이와 비슷한 구조(벽면적의 2분의 1 이상이 그 층의 바닥면에서 위층 바닥 아래 면까지 공간으로 된 것만 해당한다)의 부분을 주차장으로 사용하는 경우 그 부분은 건축물의 다른 부분과 구획할 것

## 2) 개선방안

- 기존 공장건축물의 샌드위치 판넬 외벽에 [그림 6-3]의 화재차단막을 덧씌움
- 119 소방대 출동시간이 10분 이내로 계획되는 점을 감안할 때 덧씌운 화재차단막은 20분 이상 견딜 수 있는 내화성 재질로 화재 시 인근공장 또는 밀집된 공장지역의 화재확대를 막을 수 있음
- 이 같은 외벽에 별도의 화재차단막을 설치함으로써 대다수 기존 건물의 경우 패널이 리벳(못)처리가 안 돼 있어 방치할 수 없으므로 기존 건물 간 1.5m 사이에 전체 20m 이내 화재차단벽을 별도로 설치함으로써 화재 시 확산방지와 연소지연으로 화재예방기대



[그림 6-3] 화재차단막

### 3) 공장밀집지역의 위험지구관리에 따른 문제점

- 현재 산업단지는 국가, 지방 산업단지 등 총 6개 산업단지로 구분·관리되고 있으며, 서구관내 14개 공장밀집지역 중 화재경계지구로 지정되어있는 곳은 없음.
- 위험지구는 소방관서와 협의해서 화재경계지구로 지정하여 특별 관리할 필요가 있는데 기존 14개 인천 서구청 관내 공장지역은 대다수 건축물이 건물 간 이격거리가 1.5m 이내 내외이고 건물 또한 오래된 건축물이 많아 별도의 앞에 제시된 대처방법을 도입하는데 어려움과 한계가 있으므로 가장 최소의 비용으로 화재경계지구를 통해 예방 관리적 효과를 높일 수 있을 것임.

#### [소방기본법]

제13조(화재경계지구의 지정 등) ① 시·도지사는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 지역 중 화재가 발생할 우려가 높거나 화재가 발생하는 경우 그로 인하여 피해가 클 것으로 예상되는 지역을 화재경계지구(火災警戒地區)로 지정할 수 있다.

1. 시장지역
  2. 공장·창고가 밀집한 지역
  3. 목조건물이 밀집한 지역
  4. 위험물의 저장 및 처리 시설이 밀집한 지역
  5. 석유화학제품을 생산하는 공장이 있는 지역
  6. 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제2조제8호에 따른 산업단지
  7. 소방시설·소방용수시설 또는 소방출동로가 없는 지역
  8. 그 밖에 제1호부터 제7호까지에 준하는 지역으로서 소방청장·소방본부장 또는 소방서장이 화재경계지구로 지정할 필요가 있다고 인정하는 지역
- ③ 소방본부장이나 소방서장은 대통령령으로 정하는 바에 따라 제1항에 따른 화재경계지구 안의 소방대상물의 위치·구조 및 설비 등에 대하여 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 제4조에 따른 소방특별조사를 하여야 한다.
- ④ 소방본부장이나 소방서장은 제3항에 따른 소방특별조사를 한 결과 화재의 예방과 경계를 위하여 필요하다고 인정할 때에는 관계인에게 소방용수시설, 소화기구, 그 밖에 소방에 필요한 설비의 설치를 명할 수 있다.
- ⑤ 소방본부장이나 소방서장은 화재경계지구 안의 관계인에 대하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 소방에 필요한 훈련 및 교육을 실시할 수 있다.
- ⑥ 시·도지사는 대통령령으로 정하는 바에 따라 제1항에 따른 화재경계지구의 지정 현황, 제3항에 따른 소방특별조사의 결과, 제4항에 따른 소방 설비 설치 명령 현황, 제5항에 따른 소방교육의 현황 등이 포함된 화재경계지구에서의 화재예방 및 경계에 필요한 자료를 매년 작성·관리하여야 한다.

### 4) 개선방안

- 인천시 서구청 관내 14개 공장밀집지역을 화재경계지구로 지정이 되면 전담방화 안전 관리자를 임명하여 화재예방관리를 전담케 됨으로써 실질적인 화재예방 기대.

다. 수도분야

1) 옥외소화전설비 증설 관련 수도법 상의 문제점

- 화재 시 초동출동 소방차의 경우 물 공급량이 적어 1대 평균 소요시간(방수)이 소방호스 65mm의 경우 3분밖에 지탱할 수 없어 물 공급부족으로 소방차량이 멀리 있는 소화전에서 물을 재공급 받음으로 인해 초기진화시간을 놓쳐 확산되는 경우가 많음. 현재 인천광역시 관내에는 70m의 굴절방수기능을 갖춘 고가차 외에 고성능 특수화학차 등이 도입되었으나 대다수 이들 차량의 투입에도 불구하고 인근 소화전이 공장밀집지구 등 화재경계지구대상은 옥외소화전이 100m 간격으로 설치되어 있어야 하나 현재 인천 서구청 관내 공장밀집 14개 지역은 200m 단위로 설치되어 적기 물 공급이 안 돼 초기진화실패로 대다수 전체 확산된 사례가 많음
- 기사용중인 건축물의 1.5m 이내 붙어있는 건축물의 화재확산방지책으로 옥외소화전설치로 화재 시 초동진화를 돕도록 설비추가.

<p>[별표 3]</p> <p><b>소방용수시설의 설치기준(제6조제2항 관련)</b></p> <p>1. 공통기준</p> <p>가. 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제36조제1항 제1호의 규정에 의한 주거지역·상업지역 및 공업지역에 설치하는 경우 : 소방대상물과의 수평거리를 100미터 이하가 되도록 할 것</p> <p>나. 가목 외의 지역에 설치하는 경우 : 소방대상물과의 수평거리를 140미터 이하가 되도록 할 것</p>
<p><b>[수도법]</b></p> <p>제45조(소화전) 일반수도사업자는 해당 수도에 공공의 소방을 위하여 필요한 소화전을 설치·관리하여야 한다.</p> <p>제50조(준용 규정) 공업용수도 및 공업용수도 사업에 관하여는 제17조제3항~제38조부터 제46조까지의 규정을 준용한다.</p>
<p><b>[소방기본법]</b></p> <p>제10조(소방용수시설의 설치 및 관리 등) ① 시·도지사는 소방 활동에 필요한 소화전(消火栓)·급수탑(給水塔)·저수조(貯水槽)(이하 “소방용수시설”이라 한다)를 설치하고 유지·관리하여야 한다. 다만, 「수도법」 제45조에 따라 소화전을 설치하는 일반수도사업자는 관할 소방서장과 사전협의를 거친 후 소화전을 설치하여야 하며, 설치 사실을 관할 소방서장에게 통지하고, 그 소화전을 유지·관리하여야 한다.</p> <p>② 시·도지사는 제21조제1항에 따른 소방자동차의 진입이 곤란한 지역 등 화재발생 시에 초기 대응이 필요한 지역으로서 대통령령으로 정하는 지역에 소방호스 또는 호스 릴 등을 소방용수시설에 연결하여 화재를 진압하는 시설이나 장치(이하 “비상소화 장치”라 한다)를 설치하고 유지·관리할 수 있다.</p> <p>③ 제1항에 따른 소방용수시설과 제2항에 따른 비상소화 장치의 설치기준은 행정안전부령으로 정한다.</p>

- 20m 미만 도로는 현재 서구청에서 도로 관리하고 있으며 20m 이상은 인천광역시 종합건설본부에서 도로 관리 중이나 관할구청의 건의로 시 건설 본부와 수도법에 의한 수도사업소와 서부소방서장의 협의를 통해 공설 옥외소화전 증설 가능.

## 2) 개선방안

- 인천서구청 상수도 관리담당부서에서 공장밀집지역에 20m 미만 인접도로의 경우 옥외소화전(공공용) 설치지원 14개 공장밀집지역에 실사 후 대상선정 및 산업단지 내 화재 시 신속한 소화전 활용 초동대처 및 진압으로 기존 밀집건축물의 위험 대처.
- 현재 14개 인천 서구청 관내 공장밀집지역 내 옥외소화전이 200m 이상 간격으로 설치되어 있으나 이를 소방법규정과 수도법에 의거 100m 간격으로 설치하여 화재 시 초동진화 기여함.

## 4. 건축법.수도법 개정의견

### 1) 건축법

- 기존 : (건설교통부유권해석)  
 공장건축물의 외벽은 내부에 별도의 마감 재료를 부착하지 않을 경우에는 건축법시행령 제61조 건축물의 마감재료 규정의 적용대상이 되는 불연·준불연·난연 재료 사용의무조항이 적용되어야 타당하나 96년 건설교통부가 질의응답서로 외부양면이 불연 재료인 철판으로 되어있다면 심재가 스티로폼 및 우레탄폼 등 “가연성 재료라 할지라도 불연 재료로 인정한다는” 유권해석을 내려 내부벽체 표면에 별도의 불연재료 부착 없이 열전도율이 아주 높은 철판부착으로만 건축법 시행령 제61조{건축물의 내부마감재료} 규정에 위반되지 않고 사용하도록 허용함으로써 외부양면 철판 부착된 스티로폼 및 우레탄폼 샌드위치 패널이 공장건축물 외벽마감재로 사용되고 있으나 화재 시 뒤틀림으로 스티로폼 및 우레탄폼의 가연소재로 방화벽 역할을 하지 못하고 대다수 화재를 더욱 확산시키는 원인 제공.
- 개정 : 공장건축물이 인접공장과 5미터이내의 거리로 건축할 경우 96년 건설교통부가 외부양면이 불연 재료인 철판으로 되어있다면 심재가 스티로폼 및 우레탄폼 등 가연성재료라 할지라도 불연 재료로 인정한다는 유권해석을 <공장건축물이 인접공장과 5미터 이내로 면하고 있는 외벽>은 샌드위치 패널로 마감 시 리벳(못)으로 반드시 마감한 재료에 한해서만 인정하도록 규정.

2) 수도법

- 기존 : 제45조(소화전) 일반수도사업자는 해당 수도에 공공의 소방을 위하여 필요한 소화전을 설치·관리하여야 한다.
- 개정 : 수도법 제45조 제2항 신설 “일반수도사업자는 관할소방서장과 사전협의하여 소화전을 설치하고 유지 관리하여야 한다.”는 규정 신설

	현 행	개 정 안
건축법	<p>제61조(건축물의 마감재료) ①법 제52조 제1항에서 "대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물"이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물을 말한다. 다만, 그 주요구조부가 내화구조 또는 불연 재료로 되어 있고 그 거실의 바닥 면적(스프링클러나 그 밖에 이와 비슷한 자동식 소화설비를 설치한 바닥면적을 뺀 면적으로 한다. 이하 이 조에서 같다) 200제곱미터 이내마다 방화구획이 되어 있는 건축물은 제외한다.</p> <p>1. ~ 3. (생략)</p> <p>4. 공장의 용도로 쓰는 건축물. 다만, 건축물이 1층 이하이고, 연면적 1천 제곱미터 미만으로서 다음 각 목의 요건을 모두 갖춘 경우는 제외한다.</p> <p>가. ~ 나. (생략)</p> <p>다. 복합자재[불연성인 재료와 불연성이 아닌 재료가 복합된 자재로서 외부의 양면(철판, 알루미늄, 콘크리트박판, 그 밖에 이와 유사한 재료로 이루어진 것을 말한다)과 심재(心材)로 구성된 것을 말한다]를 내부 마감 재료로 사용하는 경우에는 국토교통부령으로 정하는 품질기준에 적합할 것</p> <p>(이하 생략)</p>	<p>제61조(건축물의 마감재료) ① -----.</p> <p>1. ~ 3. (현행과 같음)</p> <p>4. -----.</p> <p>가. ~ 나. (현행과 같음)</p> <p>다. -----.</p> <p>다만, 공장건축물이 인접공장과 5미터 이내로 면하고 있는 외벽은 샌드위치 패널로 마감 시 리벳(못)으로 반드시 마감한 재료만 사용토록 함</p> <p>(이하 생략)</p>
수도법	<p>제45조(소화전) 일반수도사업자는 해당 수도에 공공의 소방을 위하여 필요한 소화전을 설치·관리하여야 한다.</p>	<p>제45조(소화전) ① (현행과 같음)</p> <p>② 일반수도사업자는 관할소방서장과 사전협의하여 소화전을 설치하고 유지 관리하여야 한다.(신설)</p>

부록 : 공장화재 예방관리를 위한 매뉴얼



클린서구  
행복한서구  
함께하는서구

# 공장화재 안전관리 매뉴얼



## I. 공장화재 예방관리를 위한 대응매뉴얼

### 1. 목적

이 매뉴얼은 「산업안전보건법」(이하 “법”이라 한다.) 제23조(안전상의 조치), 「산업안전기준에 관한 규칙」(이하 “안전규칙”이라 한다.) 제258조(폭발 또는 화재 등의 예방) 등 규칙 별표3(위험물설비 및 그 부속설비의 종류) 등에 따른 공장의 화재예방을 위한 기술 지침을 정하는 데 목적이 있음.

### 2. 적용범위

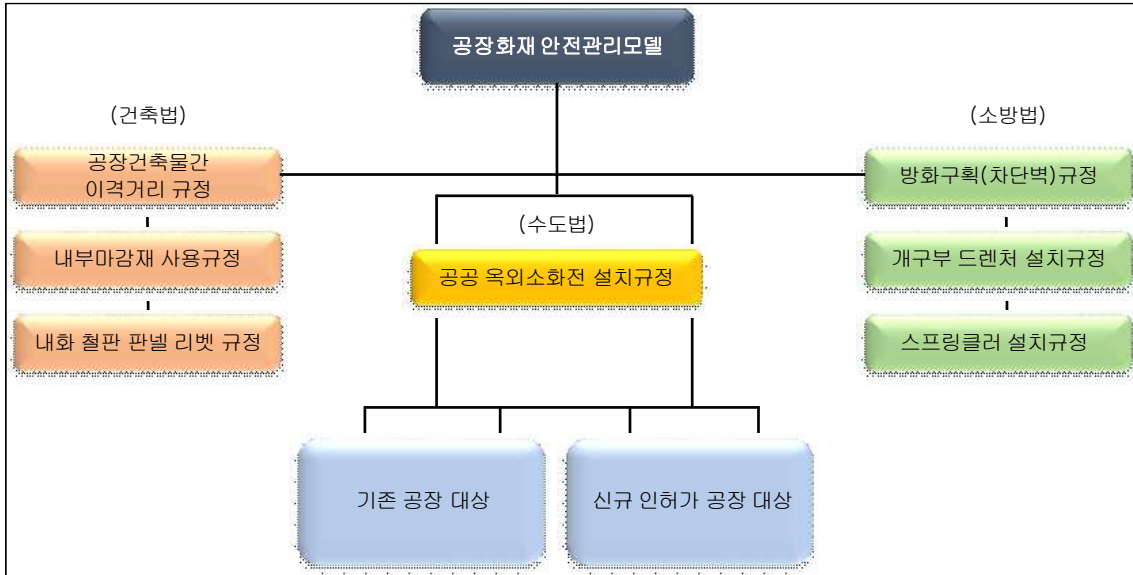
이 매뉴얼은 인천광역시 서구청 관내 산업단지 입주공장에서 화재예방 및 유지관리에 적용.

### 3. 공장방화시설의 분류

시설		항목	
발화위험시설		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 화기사용시설</li> <li>● 위험물시설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 가스시설</li> <li>● 전기시설</li> </ul>
공정시설		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 기계금속공업</li> <li>● 화학공업</li> <li>● 제지공업</li> <li>● 섬유공업</li> <li>● 식료품공업</li> <li>● 석유화학공업</li> <li>● 휴업공장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 전기전자공업</li> <li>● 플라스틱공업</li> <li>● 요업 및 토석공업</li> <li>● 목재공업</li> <li>● 지공인쇄업</li> <li>● 그 밖의 공업</li> </ul>
건축방화시설		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 연소 확대방지시설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 피난시설</li> </ul>
소방시설	소화설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 소화기</li> <li>● 수계소화설비</li> <li>● 가스계 소화설비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※ '소화기'는 소화기구 및 자동소화 장치(소방시설법 시행령 별표1 참조)를 말한다.</li> <li>※ '수계소화설비'는 옥내소화전설비, 옥외소화전설비, 스프링클러설비 등, 물 분무소화설비, 포소화설비를 말한다.</li> </ul>
	경보설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 경보설비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※ '경보설비'는 자동화재 탐지설비, 비상경보설비, 비상방송설비, 자동화재 속보설비를 말한다.</li> </ul>
	소화활동설비 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 부속실제연설비</li> <li>● 거실제연설비</li> <li>● 기타 소화활동/용수설비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※ '기타 소화활동/용수설비'는 연결송수관설비, 연결 살수설비, 비상콘센트설비, 무선통신보조설비, 소화용수설비, 소방펌프차동차를 말한다.</li> </ul>
안전관리		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 일반물건</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 공장물건</li> </ul>

## II. 공장화재 안전관리모델

### 1. 모델설계 및 모형설정



### 2. 개선내용

현상	문제점	개선방안	
공장의외벽 샌드위치 패널 마감재로 사용규정 기존 단순내화구조나 불연재료만 규정	건축법상 하나의 대지에 건물 동간 이격 거리 제한이 없고, 특히 일반 공업지역에 대한 인접대지 이격제한규정이 없어 화재에 취약한 복합 패널 사용 시 철판 고열에 뒤트림으로 화재확산과 방수시 물 침투 장벽으로 피해 확대	건축법	① 화재 확산 방지를 위한 외벽마감재인 샌드위치 복합 패널에 리벳(못) 마감 명문화
		소방법	② 화재확산 방지를 위한 건물간 사이 방화벽(Fire Blocking System) 설치 ③ 공장밀집지역 14개 지역을 화재경계지구로 지정특별관리
		수도법	④ 공장밀집지역 화재확산방지를 위한 옥외소화전 설치

## 3. 건축법·수도법 개정의견

	현 행	개 정 안
건축법	<p>제61조(건축물의 마감재료) ①법 제52조제1항에서 "대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물"이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물을 말한다. 다만, 그 주요구조부가 내화구조 또는 불연 재료로 되어 있고 그 거실의 바닥면적(스프링클러나 그 밖에 이와 비슷한 자동식 소화설비를 설치한 바닥면적을 뺀 면적으로 한다. 이하 이 조에서 같다) 200제곱미터 이내마다 방화구획이 되어 있는 건축물은 제외한다.</p> <p>1. ~ 3. (생략)</p> <p>4. 공장의 용도로 쓰는 건축물. 다만, 건축물이 1층 이하이고, 연면적 1천 제곱미터 미만으로서 다음 각 목의 요건을 모두 갖춘 경우는 제외한다.</p> <p>가. ~ 나. (생략)</p> <p>다. 복합자재[불연성인 재료와 불연성이 아닌 재료가 복합된 자재로서 외부의 양면(철판, 알루미늄, 콘크리트박판, 그 밖에 이와 유사한 재료로 이루어진 것을 말한다)과 심재(心材)로 구성된 것을 말한다]를 내부 마감 재료로 사용하는 경우에는 국토교통부령으로 정하는 품질기준에 적합할 것 (이하 생략)</p>	<p>제61조(건축물의 마감재료) ① -----.</p> <p>~ 3. (현행과 같음)</p> <p>4. -----.</p> <p>가. ~ 나. (현행과 같음)</p> <p>다. -----.</p> <p>다만, 공장건축물이 인접공장과 5미터 이내로 면하고 있는 외벽은 샌드위치 패널로 마감 시 리벳(못)으로 반드시 마감한 재료만 사용토록 함 (이하 생략)</p>
수도법	<p>제45조(소화전) 일반수도사업자는 해당 수도에 공공의 소방을 위하여 필요한 소화전을 설치·관리하여야 한다.</p>	<p>제45조(소화전) ① (현행과 같음)</p> <p>② 일반수도사업자는 관할소방서장과 사전 협의하여 소화전을 설치하고 유지 관리하여야 한다.(신설)</p>

## 참고문헌

### [국내문헌]

- 김예성(2018), “건축물 화재안전 관련 법제도 현황과 개선방향”, 「NARS 현안분석」, 26.
- 김태윤(2010), “선진국과의 비교분석을 통한 소방 설비시스템 개선방안 연구”, 소방청.
- 동방디자인 교재개발원(2006), “인테리어 용어사전”.
- 박재성(2018), “건축물 피난방화 관련 기준의 문제점 및 합리적 개선방안”, 「국회입법조사처 전문가간담회 자료」.
- 소방방재청·동원대학교 산학협력단(2013), “이용자 특성에 따른 피난설비 기준 개선방안”, 소방방재청.
- 소방청 2차 합동조사단(2018), “제천시 노블휘트니스앤스파 건물화재: 2차 합동조사단 보고서”.
- 유광흠 외(2018), “건축제도의 체계적인 기반 마련을 위한 연구”, 국토교통부.
- 유용호 외(2011), “외장재의 화재확산 방지대책을 위한 사례연구”, 「한국화재 소방학회 학술대회」, 11.
- 윤명오(2008), “대형 화재사고 예방을 위한 방재역량 강화방안 연구”, 국회입법조사처.
- 이영주(2018), “건축물 화재 안전 규제의 문제점”, 「국회입법조사처 전문가 간담회 발표자료」.
- 최승복, 최두찬, 최돈목(2017), “필로티 건물 이격 거리에 따른 화재 확산 위험성 연구”, 「한국화재소방학회논문집」, 31(4), 103-110.
- 황은경(2014), “건축물 피난시설 기준 간 문제점 도출을 통한 통합관리 방안 모색 연구 - 피난경로 및 피난안전공간을 중심으로-”, 「한국방재학회 논문집」, 14(3), 209-218.

### [국외문헌]

- NIST Special Publication 1019 (2014), “Fire Dynamics Simulator User Guide”.
- Factory Mutual(1997), “Caution-Plastics in Construction, Part 1. Foamed Plastic Insulation”, Record, 3rd Quarter, 6-11.
- FM Global(2001), “Lack of Automatic Sprinklers”, FM Global.
- H. C. Kim(2008), “Evaluation of Fire Spread Phenomena due to Types of Exterior Wall Opening and Balcony for Apartments”, Doctorate Thesis, Department of Architectural Engineering Graduate School, Hanyang University.
- J. J. Choi(2001), “A Study on the Deployment Fire-Service Force in Korea”, Doctorate Thesis, Department of Public Administration, Graduate School, Chonnam Nation University.
- Robert W. Powers.,(1997), "Sprinkler Experience in High-Rise Buildings (1969-19790)", Technology Report 9-1, Society of Fire Protection Engineers, Boston MA.(1979), quoted in John L. Bryan, Automatic Sprinkler and Standpipe Systems, 3rd ed. NFPA, pp.41

- 
- S. B. Choi, D. M. Choi and D. C. Choi,(2016) “Study of the Fire Risk of Occupants During Pilotis Space Fires”, Fire Science and Engineering, 30(5), 144-150.
- T. H. Oh and C. S. Park(2013), “Improvement of Fire Protection Equipment the Opening of According to Narrow the Distance Between Buildings”, Journal of the Korea Safety Management and Science, 15(1), 61-68.

[인터넷검색]

두산백과. <http://www.doopedia.co.kr>

문수아. 2017. 드라이비트 안 쓰면 안전? 건축법 개정 후에도 위험 그대로. 건설경제. 12월 22일자. [http://m.cnews.co.kr/m\\_home/view.jsp?](http://m.cnews.co.kr/m_home/view.jsp?) (2019.9.16).

미국 NFPA 홈페이지(<https://www.nfpa.org/>) (2019.9.16)

소방청 국가화재정보센터(NFDS). <http://www.nfds.go.kr> (2019.9.16)

위키백과. <https://ko.wikipedia.org> (2019.9.16)

통계청 국가통계포털(KOSIS). <http://kosis.kr> (2019.9.16)

[법령]

건축법. 2017. 법률 제14935호(2017년 10월 24일 일부개정). 제52조. 제2항.

건축법 시행령. 2018. 대통령령 제29004호(2018년 6월 26일 일부개정). 제61조. 제2항.

화재예방 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행규칙. 2017. 행정안전부령 제2호(7월 26일 타법개정). 별표 1.

## 화재안전 공장모형 개발 연구

---

발 행 처 인천광역시 서구청

발 행 일 2020년 8월

주 소 인천광역시 서구 서곶로 307

전화번호 (032) 560-4723

홈페이지 <http://www.seo.incheon.kr/>

---